MANUEL

THÉORIQUE ET PRATIQUE

DE

PHOTOGRAPHIE

SUR COLLODION ET SUR ALBUMINE

PAR

E. ROBIQUET

DOCTEUR ÈS-SCIENCES, AGRÉGÉ DE PHYSIQUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

PARIS

LABÉ, LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

place de l'École de Médecine.

ET MAISON SÉNEZ, RUE SAINT-HONORÉ, 145.

1859

MANUEL

DE

PHOTOGRAPHIE

Corbeil, typ. et stér. de Crété.

MANUEL

THÉORIQUE ET PRATIQUE

DE

PHOTOGRAPHIE

SUR COLLODION ET SUR ALBUMINE

PAR

E. ROBIQUET

DOCTEUR ÈS-SCIENCES, AGRÉGÉ DE PHYSIQUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

PARIS

LABÉ, LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

place de l'Ecole de Médecine.

ET MAISON SÉNEZ, RUE SAINT-HONORÉ, 145.

—

M DCCC LIX

À

MONSIEUR LESIEUR

CHEF DE LA PREMIÈRE DIVISION

AU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

Hommage de respectueuse reconnaissance

E. ROBIQUET.

La Photographie marche depuis quelques années de découvertes en découvertes, et cet art vraiment scientifique est bien près d'atteindre à sa dernière limite de perfection.

En écrivant ce livre je n'ai pas eu la prétention de rendre compte de tous les progrès réalisés, et encore moins de composer un traité complet. Mon but a été seulement de décrire les procédés que j'avais moi-même expérimentés et d'en donner la théorie, heureux si je parviens à épargner aux autres les tâtonnements et les erreurs qui ont accompagné mes premiers essais.

Afin d'éviter les longueurs, j'ai d'abord décrit les manipulations, reléguant à la fin de l'ouvrage

toute la partie théorique ainsi que la préparation des produits chimiques. Ennemi déclaré de toute confusion et de toute complication, persuadé d'ailleurs que rien n'est plus élémentaire qu'une réaction photographique, je me suis constamment appliqué à simplifier les formules et à rendre compte, d'une manière précise, des phénomènes accomplis.

Le difficile en Photographie n'est pas de réussir avec des produits nouvellement préparés, mais bien d'en empêcher l'altération et d'en rendre les effets invariables.

Celui qui obtient une épreuve satisfaisante et qui sait pourquoi, est un véritable artiste sans cesse maître de ses réactifs, employés en petit nombre, et sachant toujours se placer dans les conditions où la lumière atteint son maximum d'action photogénique.

Au contraire, celui auquel la liste entière des produits chimiques ne suffit pas, qui, à chaque instant, change ses formules et qui ne se rend pas

plus compte des succès que des revers; celui-là, dis-je, n'est qu'un manœuvre.

Les procédés décrits dans ce Manuel ont tous subi l'épreuve d'une longue pratique, beaucoup d'entre eux sont entièrement nouveaux : il peut y en avoir de plus rapides, je ne crois pas qu'il en existe de plus constants.

De nombreuses planches accompagnent le texte et en facilitent l'intelligence : elles ont été dessinées avec beaucoup de soin par M. Bourbouze, préparateur des cours de physique à la Faculté des sciences : qu'il veuille bien me permettre de lui en témoigner ici toute ma reconnaissance.

E. ROBIQUET.

10 août 1859.

MANUEL
DE PHOTOGRAPHIE

PREMIÈRE PARTIE

MANIPULATIONS PHOTOGRAPHIQUES

CHAPITRE PREMIER

COLLODION HUMIDE

§ 1er. — Choix de l'instrument.

La photographie se compose de deux parties distinctes : les procédés optiques à l'aide desquels on forme des images parfaitement nettes des objets ; les procédés chimiques qui permettent de fixer l'empreinte fugitive des rayons lumineux. Étudions d'abord l'instrument de physique, nous verrons ensuite quel rôle jouent les réactifs du chimiste.

La chambre noire inventée par Porta au seizième

siècle n'était encore qu'un objet de curiosité lorsque la découverte de Daguerre vint lui donner une importance inespérée. Dans les premiers temps de cette merveilleuse invention, il fallait dix ou quinze minutes pour faire une image sur les plaques de cuivre argenté; mais de nombreux perfectionnements ne tardèrent pas à être apportés à l'art de dessiner avec la lumière, et on peut dire maintenant que la production d'une image photographique est aussi rapide que la pensée.

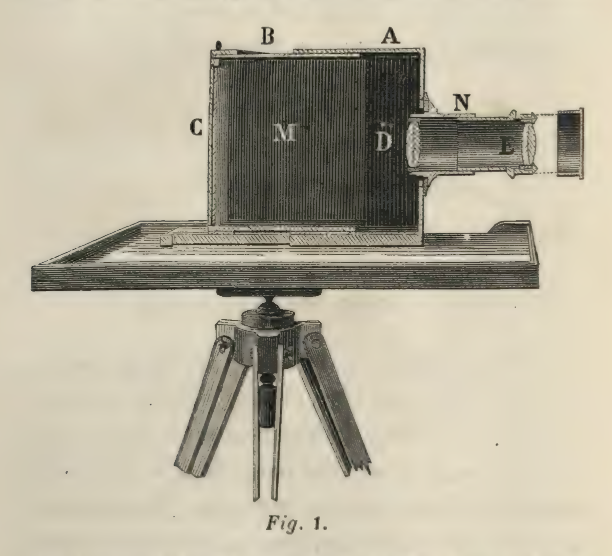


Fig. 1.

Le daguerréotype à verres combinés, c'est-à-dire à objectif double est, de tous les systèmes, celui qui

permet d'opérer avec la plus grande rapidité. Aussi est-ce le seul dont on fasse usage pour le portrait.

Cet instrument (*fig.* 1) se compose d'une chambre noire *M* formée elle-même d'une partie fixe *A* et d'une partie mobile à coulisse B. En avant est vissé l'objectif *N* contenant deux lentilles achromatiques *D* et *E*, qu'on peut écarter ou rapprocher l'une de l'autre au moyen de la vis à crémaillère *V* (*fig.* 2).

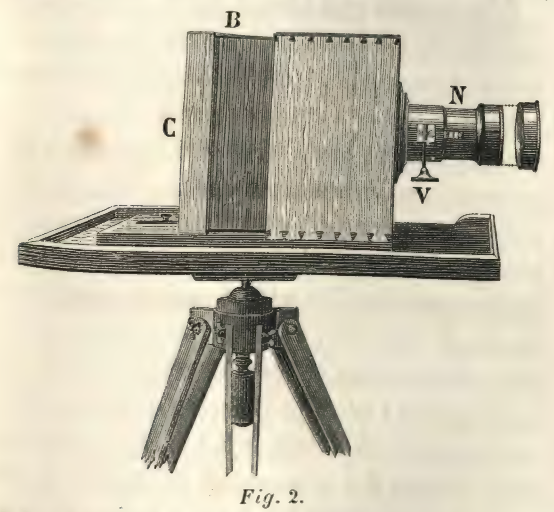


Fig. 2.

Enfin, un cadre à glace dépolie *C* ferme la chambre noire. Ce cadre peut s'enlever à volonté et être remplacé par un châssis à volet contenant une glace sensibilisée.

Pour mettre au point, on tourne l'instrument du côté de l'objet à reproduire et on attire à soi ou on repousse le cadre mobile *B* jusqu'à ce qu'on aperçoive sur la glace dépolie une image parfaitement nette qui sera le foyer optique de l'objet. Au besoin, on achève la mise au point en tournant d'une très-petite quantité la vis *V* d'avant en arrière ou dans le sens opposé.

Rien ne paraît plus simple que le choix d'un bon instrument, et cependant rien n'est plus délicat. La matière première des lentilles doit être parfaitement homogène, incolore et transparente; les courbes des surfaces devront avoir été travaillées avec le plus grand soin, ne présenter aucune aberration de sphéricité et faire concorder les rayons lumineux aussi bien que les rayons chimiques en un seul foyer. Si la substance des lentilles est trop pesante (verres à base de plomb, de baryte, etc.), la réfraction qu'elle imprime à la lumière est considérable, et on ne peut en compenser l'intensité qu'en terminant ces lentilles par des courbes d'un très-grand rayon. Le foyer étant ainsi éloigné, il y a beaucoup de lumière perdue, l'action photogénique est lente à s'accomplir, mais aussi les images sont très-nettes. Si, au contraire, la matière première est très-légère (verres à base de chaux, d'oxyde de zinc, etc., etc.), son indice de ré-

fraction sera très-faible, et, pour ne pas éloigner par trop le foyer optique, on sera obligé de donner aux lentilles des courbes d'un petit rayon, ce qui entraîne bien souvent des aberrations de sphéricité. Dans ce système, les images se produiront très-près de l'objectif, seront fortement éclairées et impressionneront avec rapidité les agents chimiques servant à les développer, mais elles seront bien moins nettes que les images obtenues avec les lentilles à verres pesants.

Voilà déjà bien des écueils à éviter, bien des difficultés à vaincre, et ce n'est pas tout encore. En effet, on a remarqué que des instruments qui donnaient sur la glace dépolie des images irréprochables de vigueur et de netteté, étaient loin de conduire au même résultat lorsqu'on remplaçait cette glace dépolie par une plaque recouverte de la substance sensible (iodure ou chlorure d'argent). Cette anomalie est due à ce que, dans de pareils instruments, les rayons chimiques ne forment pas leur foyer au même point que les rayons lumineux. C'est là un défaut capital, et avant tout essai, le photographe devra vérifier avec le plus grand soin, d'après le procédé décrit plus loin, si son instrument n'a pas de foyer chimique (voyez à la *Théorie*).

Il n'existe pas de formule mathématique pour les courbes des lentilles photographiques, et il est re-

grettable que, sous ce rapport, la science soit moins avancée que l'industrie. Un opticien habile (J. Duboscq, Jamain, etc., etc.), auquel on donnera une masse vitreuse homogène, incolore, transparente et d'une densité exactement déterminée, saura bien en faire un objectif excellent avant qu'un mathématicien ait eu le temps d'indiquer les courbes cherchées.

§ 2. — Mise au point.

La mise au point est une opération qui demande beaucoup d'attention, quoiqu'elle paraisse, aux débutants surtout, d'une grande simplicité. Quelque parfait que soit un objectif, il ne peut jamais donner la reproduction mathématiquement exacte que des points situés dans le même plan. S'il s'agit d'un portrait et que le modèle soit placé debout, l'objectif devra être disposé horizontalement. Si le modèle est assis les mains en avant, comme dans la figure 3, on inclinera l'objectif de manière à viser le centre idéal du plan à la fois tangent à la figure et aux mains. Dans toute autre position, il sera toujours facile d'orienter l'objectif de manière à placer dans le même plan les parties principales. Pour le cas qui nous occupe, la jambe droite et les vêtements qui sont trop en avant ne viendront pas très-exactement au point, ce

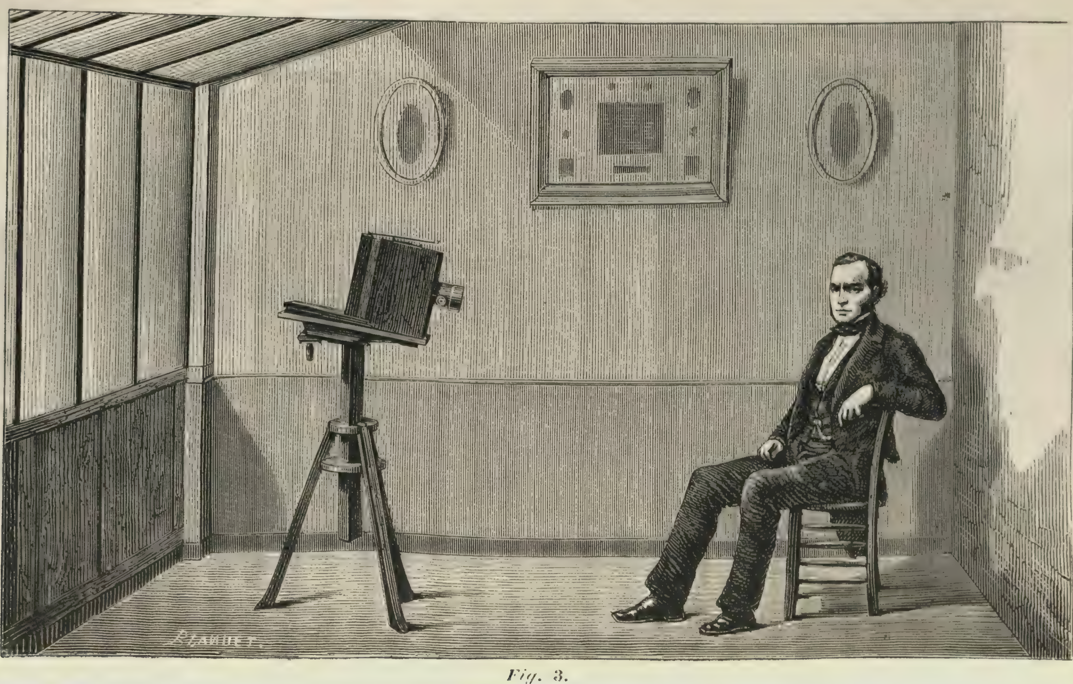


Fig. 3.

qui est fort peu important, mais la figure et les mains, se trouvant dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'instrument, seront fidèlement reproduites. Il arrive quelquefois qu'un objectif double donne sur la glace dépolie de très-bonnes images, sauf sur un petit espace. Loin de faire corriger un pareil objectif, le mieux est de tourner la difficulté en faisant tomber la partie la moins importante de l'image sur l'endroit défectueux. Il ne faut pas oublier que le travail des courbes lenticulaires ne se fait que par tâtonnements et en se laissant uniquement guider par l'expérience pratique. Lors donc qu'un objectif est à peu de chose près satisfaisant, il ne faut pas risquer de le déformer complétement en cherchant à le rendre parfait.

§ 3. — De l'éclairage et de la couleur des objets à reproduire.

Une fois l'instrument vérifié et la mise au point terminée, il s'agit d'éclairer le modèle de manière à ce qu'il y ait une transition douce des parties lumineuses à celles qui sont dans l'ombre. Supposons qu'on opère dans une chambre vitrée de tous côtés et recevant directement la lumière du soleil : on commencera par regarder dans quelle direction arrivent les rayons lumineux, et on les interceptera par des écrans opaques.

Le modèle sera placé dans la pénombre ainsi produite et on achèvera d'harmoniser l'éclairage au moyen de rideaux légers convenablement disposés. Quand, malgré ces précautions, il y a de trop fortes oppositions entre les clairs et les demi-teintes, on diminue à volonté l'intensité lumineuse des rayons arrivant jusqu'à la glace dépolie, en plaçant des diaphragmes de carton noirci à l'intérieur de l'objectif, immédiatement après la lentille antérieure (*fig.* 16, § 21). La lumière solaire peut être très-vive et cependant peu photogénique, comme cela arrive par des ciels à nuages légers et gris cendré. On remédie, jusqu'à un certain point, à ce grave inconvénient en collant au devant de l'objectif une lame de verre d'un bleu pâle dont la teinte détruit l'effet des rayons rouges et jaunes existant toujours en grande quantité dans un éclairage peu propice aux réactions photographiques. Si ce moyen ne réussit pas, il n'y a pas besoin de songer à faire, par un pareil temps, une seule épreuve satisfaisante.

Il ne suffit pas que la lumière soit dans de bonnes conditions, qu'on ait obtenu sur la glace dépolie une image bien modelée et très-nette, il est important d'examiner si le teint du modèle s'accorde avec la couleur de ses vêtements et des objets qui l'entourent. En voici la raison : si dans une chambre

obscure on reçoit sur un carton blanc l'image du spectre solaire, on remarque que les sept couleurs sont disposées dans l'ordre suivant :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge et ont toutes un grand éclat, à l'exception du violet.

Remplaçons maintenant le carton par une feuille de papier sensibilisée au chlorure d'argent (§ 15), et laissons se prolonger environ cinq minutes l'action des rayons lumineux. En regardant à la lumière d'une bougie l'effet produit, nous verrons que le spectre s'est fixé sur la surface de chlorure d'argent avec un ton différent pour chaque couleur. Le jaune n'a laissé qu'une trace presque insensible, le vert et le rouge n'ont marqué qu'une ombre légère, mais l'indigo et le bleu ont donné de beaux tons bistres et le violet s'est imprimé en noir. Ce n'est pas tout : au delà de la partie violette, c'est-à-dire dans un espace tout à fait obscur pour nos yeux, on voit avec surprise une bande d'une teinte noire presque aussi intense que celle produite par les rayons violets. Cette image est le résultat de l'action des rayons chimiques, c'est-à-dire des rayons invisibles de la lumière blanche ayant, comme les rayons colorés, leur réfraction propre.

Ce sont ces mêmes rayons qui donnent avec les lentilles le mieux achromatisées, et surtout avec les

objectifs doubles, ce qu'on a appelé le foyer chimique, lequel foyer ne coïncide pas toujours avec le foyer optique des rayons lumineux. Il est important que ces deux espèces de foyers se confondent en un seul et même point, car nos yeux ne peuvent saisir les rayons chimiques dont la nature nous est de plus fort peu connue, et c'est pour ce motif que nous avons insisté au commencement de ce chapitre sur la nécessité de rejeter, d'une manière absolue, tout objectif à foyer chimique distinct.

Lors donc qu'on aura à faire un portrait, il sera très-nécessaire, si l'on veut obtenir un ensemble harmonieux, de faire concorder la couleur des vêtements avec le teint de la figure. Aux personnes fortes en couleur et dont les cheveux ont des reflets rougeâtres, de même qu'à celles qui ont le teint bilieux et les cheveux d'un blond terne, il faudra le moins de linge blanc possible et des vêtements sans éclat, dont la couleur serait, par exemple, le noir, le brun ou le vert. Au contraire, pour les modèles dont le teint serait pâle et les cheveux brillants, quelle que soit leur nuance, les couleurs les plus convenables pour leurs vêtements seront le violet, le bleu et même le blanc.

Le pouvoir réfléchissant des surfaces colorées est également à considérer, et telle étoffe de soie verte

à reflets éclatants viendra plus vite et sera plus photogénique qu'une étoffe de laine bleue. Quelques précautions que prenne le photographe, il ne pourra pas toujours empêcher que l'image d'un objet ne se produise trop vite dans certaines parties et trop lentement dans certaines autres, mais il obviera autant que possible à cet inconvénient au moyen d'écrans ou de rideaux disposés de manière à masquer partiellement la lumière et à la doser en quelque sorte proportionnellement à l'action photogénique des diverses surfaces colorées dont l'ensemble compose le sujet à reproduire. N'oublions pas enfin que plus on voudra obtenir de relief, plus le modèle devra être éclairé obliquement, afin de faire naître l'opposition nécessaire entre les clairs et les ombres.

Ces règles générales étant bien comprises, nous pouvons maintenant aborder les opérations proprement dites.

ÉPREUVES NÉGATIVES SUR VERRE.

§ 4. — Bain négatif au nitrate d'argent.

FORMULE.

Nitrate d'argent cristallisé, parfaitement neutre.	100 gr.
Eau distillée (1 litre)	1 kilogr.
Acide nitrique......	5 gouttes.

Introduisez toutes ces substances dans un flacon à l'émeri que vous agiterez de temps en temps jusqu'à complète dissolution du sel d'argent.

Ce bain peut servir fort longtemps si on a le soin de le conserver à l'obscurité et de ne jamais le filtrer que sur du papier à filtres, lavé d'abord à l'eau ordinaire, puis à l'eau distillée (1). Par ce moyen on enlève les matières organiques solubles qui réagissent sur le nitrate d'argent, et, le réduisant en partie à l'état métallique, troublent la transparence du bain et altèrent sa sensibilité.

Toutes les fois qu'on aura usé environ le dixième d'un bain négatif, on le renouvellera en y ajoutant une solution faite avec nitrate d'argent, 10 grammes ; eau distillée, 90 grammes, et pas du tout d'acide nitrique.

A la longue, un bain négatif a tellement absorbé d'alcool et d'éther, en partie convertis en aldéhyde et en acide acétique, sans compter le nitrate de

(1) Le papier à filtrer le plus commode et le plus rapide est le papier Prat et Dumas, dont les deux principaux dépôts sont chez Menier et Cie, 37, rue Sainte Croix de la Bretonnerie, et à la maison Sénez et Maître, 145, rue Saint-Honoré. Pour laver ce papier, on l'immerge feuille à feuille dans de l'eau de fontaine ; après une heure de contact on enlève ces feuilles et on les plonge, une par une, dans une grande cuvette d'eau distillée. Ce second lavage s'opère en quelques minutes, et il ne reste plus qu'à enlever le papier et à l'étendre sur des cordes pour le laisser sécher.

cadmium dissous, qu'il ne marche plus. On suivra, pour en retirer le nitrate d'argent, la méthode décrite au chapitre des *Manipulations chimiques*.

§ 5. — Collodion simple.

FORMULE DU COLLODION POUR ÉPREUVES NÉGATIVES SUR VERRE.

Coton-poudre	2 grammes
Lin fulminant	50 centigr.
Ether sulfurique (marquant 58° à l'aréomètre Baumé) 200 centimètres cubes ou	132 gram.
Alcool à 40° Baumé, 50 centimètres cubes ou..	36 — (1)

Mêler le tout dans un flacon à l'émeri et agiter de temps à autre jusqu'à ce que tout le coton-poudre soit dissous. Quant au lin fulminant, il laissera toujours un léger résidu. On abandonnera le mélange à un repos complet jusqu'à ce que la liqueur surnageante soit parfaitement limpide sans avoir besoin d'être filtrée. Tout collodion simple qu'on est obligé de filtrer donne sur les glaces un vernis manquant de transparence et comme moutonné à sa surface. Cette clarification par le repos exigeant au moins huit jours, il sera nécessaire d'avoir une bonne provision de collodion simple qui, par cela seul qu'il n'est pas

(1) Voir aux *Manipulations chimiques* la préparation de l'éther à 58°, de l'alcool à 40°, du coton-poudre et du lin fulminant.

ioduré, se conservera indéfiniment sans altération.

Il ne suffit pas qu'un collodion donne sur les glaces de belles couches parfaitement transparentes, il faut encore qu'après son évaporation il ne forme pas de stries.

Avec les proportions précédentes, cet accident se produit bien rarement, mais, comme ces stries dépendent de la manière dont s'opère l'évaporation, laquelle est subordonnée à la température ambiante, on ne peut pas les éviter d'une manière absolue. On y remédiera au besoin en additionnant le collodion simple de quelques centimètres cubes d'alcool et d'éther employés en mêmes proportions que dans la formule précédente.

Pour 100 centimètres cubes de collodion simple, on ajouterait, par exemple, 4 cent. cubes d'éther à 58° et 1 cent. cube d'alcool à 40°.

Les irrégularités produites à la surface d'un collodion simple évaporé, peuvent tenir aussi à la plus ou moins grande proportion d'eau contenue dans l'alcool et l'éther employés ; aussi nous avons noté dans notre formule les degrés aréométriques auxquels il faut s'arrêter.

Règle générale, tout collodion donnant des stries semblables à celles des gravures, aura été préparé avec de l'alcool et de l'éther trop desséchés, et on détruira

ce défaut par une simple addition de quelques gouttes d'alcool à 40° ou à 36°, additionnée d'autant de gouttes d'eau distillée. Sera au contraire trop hydraté, tout collodion dont la surface évaporée paraîtra comme l'écorce d'une orange toute couverte de petites inégalités hémisphériques. Pour détruire ce défaut, il suffira de le mêler avec son volume d'un collodion préparé dans les mêmes proportions que précédemment, mais avec de l'éther à 65° et de l'alcool à 40°. Des deux liqueurs, l'une étant trop hydratée, l'autre trop anhydre, il y aura en les mélangeant compensation parfaite. Il est bon de remarquer qu'un collodion qui contient trop ou trop peu d'eau se détache facilement de la surface des glaces, tandis qu'il y a adhérence complète quand l'hydratation de l'alcool et de l'éther est au degré convenable.

§ 6. — Collodion ioduré négatif.

D'une part, on divisera au fond d'une fiole, avec une baguette de verre : 1 gramme 25 centigrammes d'iodure de cadmium humecté de quelques gouttes d'alcool à 36°, et on délayera ce mélange dans 100 grammes ou 130 cent. cubes de collodion simple.

D'autre part, on dissoudra : 10 grammes de bromure de cadmium dans 100 grammes d'alcool à 36°,

on filtrera au papier et on étiquettera : *Solution alcoolique de bromure de cadmium au* $\frac{1}{10}$. On fera tomber une seule goutte de cette solution dans les 100 grammes de collodion ioduré précédent, et quand, après avoir agité doucement le flacon de temps en temps, on aura opéré une solution complète, on laissera la liqueur au repos pendant 24 heures. Ce temps écoulé, on filtrera le collodion sur du coton cardé, en ayant soin d'éviter de verser le dépôt, s'il y en a, et on obtiendra ainsi un collodion transparent qui conservera son maximum de sensibilité pendant 2 ou 3 jours. Lorsqu'il ne marchera plus aussi rapidement, on lui rendra toute son activité en lui ajoutant, chaque matin, pour 50 grammes environ de liqueur, une goutte de solution alcoolique de bromure de cadmium au $\frac{1}{10}$.

En résumé, pour avoir un collodion très-sensible, il faut n'employer que du collodion simple devenu parfaitement transparent par le repos, le sensibiliser 24 heures avant d'en faire usage et le rendre constant par l'addition quotidienne de quelques milligrammes de bromure de cadmium.

§ 7. — Nettoyage des glaces.

Il ne faut faire usage que de glaces ou de feuilles de verre, c'est-à-dire de verre coulé et non soufflé.

La surface des glaces neuves est toujours grasse et humide. Pour les nettoyer, on les frotte dans toutes leurs parties avec un tampon de coton imbibé de tripoli alcoolique (1) qu'on laisse un peu sécher et qu'on enlève ensuite avec un second tampon de coton sec. Après ce premier nettoyage, on les passe à deux reprises différentes à la craie alcoolique (2). La seconde couche de craie n'est enlevée avec un tampon de coton sec qu'au moment de collodionner, afin d'empêcher les surfaces vitreuses, qui sont toujours hygrométriques, d'absorber plus ou moins l'humidité de l'air. En passant l'haleine sur des glaces ainsi nettoyées on doit la voir se condenser en voile uniforme. Si au contraire cette espèce de buée est rayée et inégale, le nettoyage est à recommencer. Le collodion n'est adhérent à la surface d'une glace qu'autant que celle-ci est bien sèche et plus que très-propre. Comme on ne peut s'assurer que ces deux conditions sont remplies qu'en soufflant légèrement sur la glace, c'est-à-dire en la rendant humide, il faudra après cette épreuve la sécher en la frottant, 1° avec un tampon de coton sec fortement sau-

(1) Le tripoli alcoolique est un simple mélange de tripoli très-fin, 1 partie; et d'alcool à 36°, 4 parties.

(2) La craie alcoolique se prépare en mélangeant : craie précipitée chimiquement, 1 partie; alcool à 36°, 4 parties.

poudré de tripoli sec, 2° avec un morceau de toile fine sèche et usée. On évitera, pour cette dernière manipulation, de se servir d'une étoffe de soie qui, par son frottement sur le verre, développerait de l'électricité et attirerait ainsi les poussières légères en suspension dans l'atmosphère. L'électricité développée persiste même au moment de produire l'image par le réductif au sulfate de fer (§ 11). Il en résulte que toutes les parties frottées et électrisées par la soie excitent la réduction du nitrate d'argent, et l'épreuve se trouve complétement masquée par cette multitude de petites rayures métallisées.

Toutes ces opérations s'exécutent très-facilement en enchâssant la glace à nettoyer « dans le petit appareil représenté figure 4, et qui n'est autre

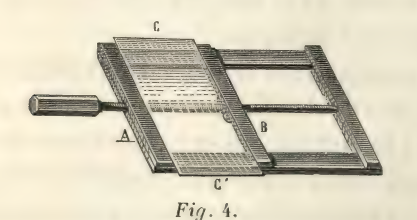


Fig. 4.

chose qu'un cadre de bois dont le côté mobile *B* peut être éloigné ou rapproché à volonté du côté fixe *A* au moyen de la vis centrale servant en même temps de manche. Pour les glaces qui ont déjà

servi et qui sont plus ou moins couvertes de collodion desséché, il faut, avant de les nettoyer comme il vient d'être dit, les laisser plonger, un ou deux jours, dans un bain composé de : acide nitrique, 5 parties; eau de fontaine, 100 parties.

La manière la plus commode d'effectuer ce décapage, c'est de verser l'eau acidulée dans une caisse rectangulaire en bois dont les côtés soient parfaitement joints sans colle. Les glaces y seront séparées les unes des autres et maintenues verticalement par de petits arrêts également en bois. On n'en retire les glaces qu'au fur et à mesure du besoin. Comme les épreuves manquées retiennent toujours un peu de sel d'argent, les eaux de lavage ayant servi depuis un assez long temps seront mises de côté pour être traitées ainsi qu'il sera expliqué au chapitre des *Manipulations chimiques*.

Les commençants trouveront bien longs tous ces détails pour de simples nettoyages; mais la pratique leur fera bientôt voir que la moindre trace de doigts, le simple séjour d'une glace dans une chambre où on se sert d'hyposulfite de soude, ou même le frottement d'un linge un peu trop rude, suffisent pour tacher les épreuves et produire des réductions d'argent au moment où on fait apparaître l'image par le réductif au sulfate de fer.

§ 8. — Manière de verser le collodion à la surface des glaces.

Supposons la glace parfaitement nettoyée et placée dans le sens de sa plus grande longueur devant l'opérateur. Il la prendra par le coin antérieur de gauche *A* (*fig.* 5), en évitant le plus possible le contact des doigts et vérifiant s'il a les mains bien sèches.

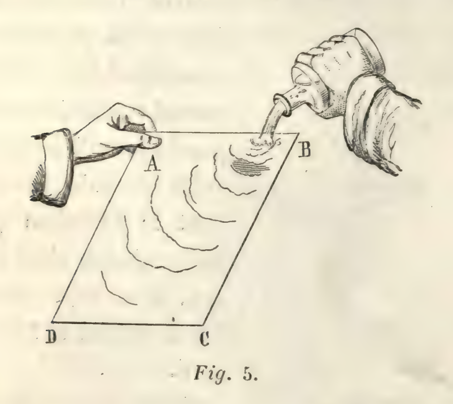


Fig. 5.

Après l'avoir disposée horizontalement, il versera doucement, d'une manière continue et sans hésiter, le collodion vers le coin antérieur de droite *B*, opposé à son corps. Il devra manœuvrer de telle sorte que le liquide, s'étalant en nappe arrondi, couvre d'abord le coin *B* où il a été versé, gagne le coin antérieur de

gauche *A*, et enfin le coin de droite *C* le plus près du corps. A ce moment, l'opérateur cessera de verser et restera immobile pendant quelques secondes pour laisser s'apaiser les petites vagues de la liqueur éthérée, puis il inclinera doucement la glace afin que le collodion, couvrant le reste de la surface, commence à s'écouler par le dernier coin *D* resté libre. Alors il relèvera verticalement la glace et lui imprimera un mouvement de tremolo doucement cadencé de droite à gauche jusqu'à ce que le liquide ne coule plus (*fig.* 6). Tout le collodion que la glace laissera ainsi échapper, sera reçu dans un flacon spécial et filtré plus tard.

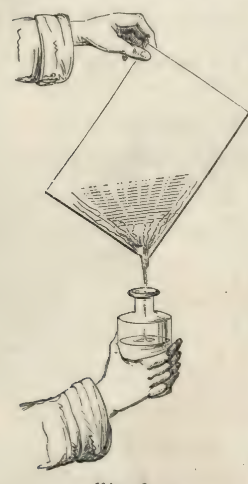


Fig. 6.

Si l'on regarde par transparence la glace collodionnée, on devra la voir couverte d'une couche uniforme, diaphane et sans irrégularité d'aucune espèce. Avant que cette couche ne devienne opaline et sans se préoccuper de la buée déposée sur le revers de la glace, on la plongera immédiatement dans le bain de nitrate d'argent.

§ 9. — De la sensibilisation du collodion ioduré.

Ici, il y a plusieurs précautions importantes à prendre : le bain devra être contenu dans une cuvette en gutta-percha ou en porcelaine à rebords très-élevés, et dont les dimensions seront au moins deux fois plus grandes que celles de la glace. On soulèvera la cuvette de manière à conduire le liquide dans la partie inférieure, et presque à l'affleurement du bord *A B* (*fig.* 7). On placera la



Fig. 7.

glace *C* dans la partie laissée libre, et on ramènera la cuvette doucement, mais *sans la moindre hésitation*, à sa position première. Si cette manipulation est

bien conduite, le bain d'argent s'étend en une seule nappe et d'un mouvement continu par la surface collodionnée, il se produit en quelques secondes une couche d'iodure d'argent parfaitement uniforme, et l'éther alcoolisé se disperse dans le bain. On s'aperçoit que la sensibilisation est complète, quand la glace est recouverte d'une couche d'iodure d'argent d'un beau blanc de lait, et qu'en la soulevant hors du bain avec un crochet de verre ou d'argent, la solution de nitrate s'en écoule d'une seule pièce et non pas en une foule de directions différentes, comme de l'eau glissant sur un corps gras. Avec un peu d'habitude et à l'aspect seul de la couche d'iodure d'argent vue à travers le bain on peut très-bien juger du moment où la réaction est terminée. Pour les épreuves négatives, il est indifférent de laisser les glaces collodionnées quelques secondes et même une ou deux minutes de trop dans le bain de nitrate d'argent; l'essentiel, c'est qu'elles y soient restées assez. Il est plus commode de collodionner les glaces en pleine lumière, mais la sensibilisation s'exécute forcément dans une chambre obscure dont les peintures et draperies seront complétement noires, sans aucune partie brillante ou vernie. Cette chambre s'éclaire par une petite lampe, dont la lumière est masquée par un verre aune ou orangé dépoli. Une

petite lanterne en papier jaune semblable à celles qui servent aux illuminations est très-commode pour cet usage. Plusieurs laboratoires de photographie sont éclairés par la lumière solaire directe tamisée à travers des vitres en verre jaune transparent. Si cette espèce de verre ne laissait pénétrer absolument que les rayons jaunes, rien de mieux, mais il est loin d'en être ainsi et il passe toujours une grande quantité de lumière blanche. Les épreuves faites dans ces conditions sont constamment voilées et on n'obtient jamais de tons d'un beau noir franc. Il faudrait au moins que le laboratoire ne reçût qu'indirectement la lumière du soleil et que les verres jaunes fussent fortement dépolis et recouverts des deux côtés de papier jaune ; mais malgré toutes ces précautions l'éclairage d'une faible lumière artificielle est bien préférable. Pour éviter les périphrases, il sera convenu une fois pour toutes que, quand dans le cours de ce Manuel, nous indiquerons une opération comme devant s'effectuer dans une *chambre obscure*, cela voudra dire à l'abri de la lumière du jour et dans une chambre disposée comme celle-ci.

§ 10. — De l'exposition à la chambre noire.

La sensibilisation terminée, on enlève la glace avec

un crochet de verre ou d'argent et on la place dans le châssis, de manière à ce que la surface non collodionnée regarde l'opérateur ; on ferme le châssis, et on l'installe rapidement dans le daguerréotype, où il prend la place de la glace dépolie sur laquelle on a dû mettre au point l'image du modèle pendant que la plaque collodionnée était plongée dans le bain d'argent. Tout étant disposé, on tire le volet à charnière du châssis pour mettre à découvert en dedans de l'instrument la surface sensibilisée de la glace et on enlève avec précaution le couvercle de l'objectif. Quoiqu'on fasse attention à ne pas remuer l'appareil, il est impossible de ne pas lui imprimer à ce moment une légère secousse. On fera donc bien, lorsqu'on aura enlevé le couvercle, de le maintenir quelques secondes au-devant et très-près de l'objectif, puis de l'attirer vivement à soi afin que la petite oscillation produite ait le temps de s'anéantir. Suivant la sensibilité du collodion et l'intensité de la lumière, le temps de pose varie depuis une seconde jusqu'à une minute ; aucune règle ne peut être spécifiée à cet égard, et l'opérateur devra chaque matin s'assurer par un essai préalable du temps de pose nécessaire, sauf à l'augmenter ou à le diminuer de quelques secondes dans le courant de la journée, suivant que le soleil s'approche ou s'éloigne du sommet

de sa course. Pour un négatif, il vaut mieux poser quelques secondes de trop que quelques secondes de moins.

§ 11. — Du développement de l'image.

Quand on juge que la lumière a accompli sa mystérieuse action, on recouvre l'objectif et on remet en place le volet du châssis qu'on porte rapidement dans la *chambre obscure*. Là, on détache la glace de son encadrement et on verse sur la surface collodionnée le réductif négatif au sulfate de fer (1), destiné à faire apparaître l'image. C'est une des opérations les plus délicates que le photographe ait à exécuter, car

(1) *Réductif négatif au sulfate de fer.*

Protosulfate de fer cristallisé et pulvérisé .	20	grammes.
Eau de fontain........................	100	—

Faites dissoudre à froid et filtrez au papier Prat, ajoutez :

Solution aqueuse saturée d'acide gallique .	4	grammes.
Acide nitrique........................	quelq.	gouttes.
Acide acétique cristallisable..............	5	grammes.

L'acide gallique noircit le sulfate de fer en formant de l'encre, mais cette couleur est détruite par l'addition de l'acide nitrique dont il ne faut verser que juste la quantité nécessaire pour produire une teinte verte légèrement bleuâtre. Cette nuance obtenue, on ajoutera l'acide acétique et on agitera légèrement la liqueur pour en bien mêler les diverses parties. Il est très-essentiel d'ajouter à la solution de sulfate de fer, les acides gallique, nitrique et acétique, dans l'ordre indiqué par cette formule. La solution de sulfate de fer pourra être préparée longtemps à l'avance pourvu qu'elle soit

il devra verser d'un seul coup, mais sans brusquerie, la totalité du liquide nécessaire pour couvrir toute la glace. La réduction métallique se fait en deux temps : dans le premier, l'image apparaît avec ses oppositions d'ombre et de lumière ; dans le second, il se forme un dépôt pulvérulent qui recouvre l'épreuve d'un voile uniforme. C'est précisément cette seconde action qu'il faut éviter à tout prix et on y arrive bien facilement en opérant avec rapidité et lavant la glace à grande eau aussitôt que l'image s'est produite bien nettement. Pour cela il est fort commode d'avoir près de soi un bocal plein d'eau dont on se servira pour opérer, au moment convenable, un premier lavage qui suffit pour empêcher le voile de se former et qu'on complète ensuite sous le robinet d'une fontaine jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule ne soit nullement colorée, ce qui demande toujours un assez long temps.

Quelque précaution qu'on prenne en versant le réductif, il est impossible que la place où tombe le premier jet ne soit pas tachée ; aussi devra-t-on commencer la projection dans un des coins appartenant au fond du futur cliché.

renfermée dans des vases bien bouchés, mais on fera bien de ne compléter la préparation du réductif que pour la partie qu'on voudra user le jour même ou le lendemain.

Si le temps de pose à la chambre noire a été trop court, le collodion ne perd pas sa teinte opaline et l'image a de la peine à apparaître sous l'action du réductif. Le linge blanc, la figure et les mains se montrent d'abord, les vêtements apparaissent ensuite et on est obligé d'interrompre leur développement, si on ne veut pas que le reste de l'épreuve soit manqué. Si la pose a été trop longue, l'image se produit tout d'une pièce, dans toutes ses parties et avec une extrême rapidité ; l'apparence laiteuse du collodion disparaît instantanément dans toute l'étendue de la glace, souvent même l'épreuve devient si vite boueuse qu'on n'a pas le temps d'opérer le premier lavage. Enfin, lorsque le temps de pose a été bien mesuré, l'image apparaît en quelques secondes et à la fois dans toutes ses parties, mais avec de grandes variétés de tons. Le linge blanc est noir franc, la figure est brun foncé, et les vêtements prennent des tons proportionnés à leurs couleurs propres. Le collodion ne conserve son opalinité que dans les parties les moins éclairées, telles que l'orbite des yeux, les narines, la commissure des lèvres, etc. L'épreuve, une fois obtenue dans ces conditions excellentes et parfaitement lavée, on pourra désormais la dépouiller de tout l'iodure d'argent impressionné ou non par la lumière en versant à sa surface la solution de

cyanure de potassium (1). L'image apparaît alors parfaitement dépouillée de toutes ses parties opalines, les mains et la figure sont à peine visibles par réflexion et les vêtements sont, au contraire, faciles à distinguer. Aussitôt l'action dissolvante du cyanure achevée, on fait écouler tout le liquide, on verse encore un peu de cyanure qu'on laisse à peine séjourner sur la glace et on lave à grande eau. Après l'action du cyanure, l'épreuve peut être portée à la lumière, mais toutes les opérations précédentes doivent être exécutées dans la chambre obscure.

Examinons maintenant par transparence notre cliché : la figure et les mains sont d'un beau noir ardoisé, les vêtements forment une couche légère, gri-

(1) *Solution de cyanure de potassium.*

Cyanure de potassium fondu.........	3 grammes.
Eau de fontaine.....................	100 —

Faites dissoudre dans un bocal et filtrez au papier à filtrer blanc et non au papier Prat qui colorerait la solution. Le cyanure de potassium est un poison très-actif qu'il faudra manier avec précaution. Comme il laisse dégager de l'acide prussique au contact des acides et que le réductif au sulfate de fer en contient beaucoup, on aura soin de ne pas faire tomber dans le même baquet l'eau de lavage du réductif et l'eau de lavage du cyanure. Le cyanure de potassium enlève très-facilement les taches de nitrate d'argent aux mains, il ne faut toutefois en faire usage que si la peau n'est nullement entamée ou n'est imprégnée d'aucune liqueur acide.

sâtre et presque complétement diaphane. L'épreuve est déjà fort satisfaisante, et cependant on peut encore lui donner plus de fini en harmonisant la transition des clairs aux ombres, et voici comment on y parvient. Au moment où le cliché, après avoir subi l'action du cyanure, a été parfaitement lavé, on verse à sa surface assez de solution acétique d'acide pyrogallique (1) pour la couvrir entièrement; puis on fait écouler cette liqueur dans un petit flacon, on y ajoute quelques gouttes de solution de nitrate d'argent à 5 p. %, et on reverse le tout sur le cliché. On fait passer le mélange successivement du flacon à la plaque et de la plaque au flacon jusqu'à ce qu'on trouve l'image suffisamment modelée. Si ce résultat n'est pas atteint avant que la liqueur pyrogallique ne soit décomposée, on la renouvelle après avoir lavé la plaque à l'eau distillée. L'action une fois accomplie, on lave à l'eau distillée, on passe au cyanure à 3 p. %, et on lave une dernière fois à l'eau ordinaire.

Cette petite manœuvre, il ne faut pas l'oublier, n'est destinée qu'à harmoniser un cliché, mais elle serait bien insuffisante s'il s'agissait de le renforcer

(1) La solution acétique d'acide pyrogallique se prépare en mélangeant sans filtrer :

Acide pyrogallique	1	gramme.
Acide acétique cristallisable	10	—
Eau distillée.........	200	—

de tons. Dans ce dernier cas, il faudrait faire réagir le même mélange avant l'emploi du cyanure, c'est-à-dire au moment où l'épreuve a subi l'action du réductif au sulfate de fer et a été parfaitement lavée à l'eau ordinaire. On conçoit qu'à cet instant il soit bien plus facile de renforcer les différents tons de l'image, puisque l'excès d'iodure d'argent impressionné par la lumière n'a pas encore disparu.

Le cliché acquerra par la liqueur pyrogallique d'autant plus de vigueur qu'on aura approché plus près du temps de pose nécessaire; mais, quel que soit le soin apporté à cette opération, on n'atteindra jamais le degré de perfection auquel on arrive toutes les fois que l'exposition à la chambre noire a été arrêtée à la limite convenable.

Lorsqu'une épreuve est bien modelée, mais manque de vigueur malgré un temps de pose convenable, comme cela arrive par une lumière peu photogénique, on peut en rehausser singulièrement le ton en la poussant successivement au sublimé et au chlorure d'or.

Dans ce but on prépare une solution aqueuse saturée de sublimé (1) et on en fait tomber quelques

(1) *Solution aqueuse saturée de sublimé.*

Sublimé en poudre................	10 grammes.
Eau de fontaine..................	1 litre.

gouttes dans une cuvette de porcelaine remplie d'eau de fontaine. On agite pour opérer un mélange bien uniforme et on y plonge rapidement l'épreuve. En quelques minutes, celle-ci noircit dans toutes ses parties proportionnellement à l'intensité des tons produits : on arrête le dépôt mercuriel au moment convenable, ce dont il est très-facile de s'assurer en soulevant légèrement le cliché hors du bain et en le regardant par transparence. On voit ainsi l'image se détacher très-nettement sur le fond blanc de la cuvette.

On lave légèrement l'épreuve à l'eau ordinaire et on la plonge dans le bain d'hyposulfite d'or et de soude (1). Après un quart d'heure de contact on la

On introduit le sublimé dans un flacon à l'émeri, on verse pardessus environ un litre d'eau et on laisse en contact 24 heures, en ayant soin d'agiter de temps en temps, après quoi, on décante le liquide surnageant qu'on filtre au papier Prat. Il reste dans le premier flacon un grand excès de sublimé non dissous, on y versera autant d'eau que la première fois, et, comme on peut toujours renouveler soit l'eau, soit le sel mercuriel, on aura ainsi une provision de solution saturée à froid prête à être filtrée au fur et à mesure du besoin. Le sublimé est un violent poison ; on aura soin de le manier avec la plus grande précaution et de jeter ou brûler les filtres et papiers qui auront servi à l'opération précédente, que nous avons simplifiée autant que possible, pour éviter l'emploi de balance, de mortier, etc.

(1) *Bain d'hyposulfite d'or et de soude.*

Faites dissoudre d'une part : chlorure d'or, 1 gramme, dans eau distillée, 500 grammes ; et d'autre part : hyposulfite de soude,

retire et on la chauffe avec une lampe à alcool, assez pour faire fumer le liquide resté adhérent à la surface, pas assez pour mettre le collodion à sec. On laisse refroidir et on lave à grande eau. Le lendemain, la plaque qu'on aura laissée sécher à l'air libre est chauffée de nouveau à la lampe à alcool autant que faire se peut sans la briser.

Cette opération n'est applicable qu'aux clichés ayant été passés au cyanure, c'est-à-dire complétement terminés : elle est d'une exécution facile tant que le collodion ne se détache pas des glaces, c'est même là le seul écueil à éviter. Pour les collodions d'une ténacité douteuse, on augmente leur adhérence en les séchant rapidement au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool et chauffant surtout aux extrémités de la glace. On laissera refroidir et on fera couler sur les bords un petit filet de vernis à l'ambre ou à la benzine (§ 12). Quand cet encadrement de vernis sera sec, on mouillera uniformément la surface du collodion avec de l'eau distillée et on opérera comme il a été dit plus haut le renforcement au sublimé et le fixage au chlorure d'or.

4 grammes, dans eau distillée, 500 grammes. Mêlez ces deux solutions en les versant *en même temps* dans une capsule de porcelaine, faites chauffer cinq minutes à l'ébullition, laissez refroidir, complétez le volume d'un litre ou le poids d'un kilogramme de liqueur et filtrez sur un simple tampon de coton.

§ 12. — De la dessiccation et du vernissage des clichés.

Renforcé ou non, un cliché doit être desséché avec soin et verni. Si l'on en a le loisir, on laisse la dessiccation s'opérer à l'air libre en posant la glace sur plusieurs doubles de papier Joseph et verticalement appuyée contre un mur, le côté collodionné regardant l'opérateur. S'il faut opérer rapidement, on expose graduellement le cliché à la chaleur d'une lampe à alcool ou d'un feu flambant.

Le vernissage ne doit jamais s'exécuter que sur une épreuve parfaitement exempte de toute trace de poussière.

Quatre sortes de vernis sont en usage : ce sont les vernis à l'albumine simple, à la benzine, à l'ambre et enfin le vernis à la gomme laque de Senez et Maître.

Vernis à l'albumine simple. — On bat des blancs d'œufs en neige *pendant une heure* et on abandonne la mousse à elle-même dans un lieu frais pendant 24 heures. On fait écouler le liquide qui par le repos s'est séparé des cellules et on le passe sur un linge fin. L'albumine ainsi préparée est versée à la manière du collodion sur l'épreuve à la surface de laquelle on a soin de passer l'haleine afin de la rendre un peu humide et de faciliter l'adhérence du vernis albumi-

neux toujours difficile à étendre uniformément. Quand la plaque en est complétement couverte, on fait écouler d'un seul coup dans une cuvette l'excédant du liquide en la relevant vivement dans la position verticale, puis on l'insère dans les crochets du petit système représenté figure 8, et on lui imprime

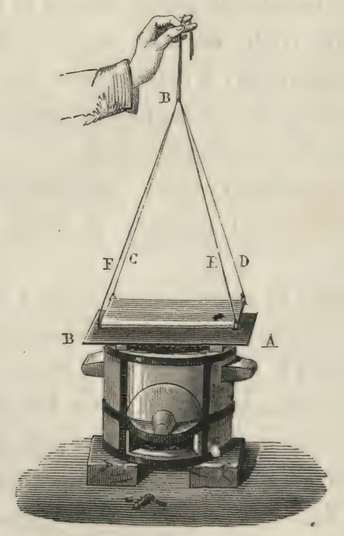


Fig. 8.

un rapide mouvement de rotation au-dessus d'un réchaud de charbon de Paris bien allumé et recouvert d'une plaque de tôle. Le côté albuminé de la glace regarde la plaque de tôle. En quelques seconde l'albu-

mine est uniformément étendue et on arrête l'action de la chaleur quand on voit s'élever au-dessus de la glace une légère vapeur. Comme il n'est pas toujours facile d'apercevoir cette vapeur, on fera bien de passer de temps en temps la main sur la surface supérieure de la glace, c'est-à-dire du côté non collodionné et on arrêtera la dessiccation quand la sensation de chaleur

Fig. 9.

éprouvée sera celle que produirait un fer à repasser. Le mode de suspension représenté figure 8 s'exécute en contournant en forme d'étrier (*fig.* 9) un gros fil de laiton et l'attachant à l'extrémité d'une forte ficelle. Pour les glaces sixième ou quart de plaque normale (1), il suffit de réunir ensemble deux étriers (*fig.* 10); mais pour les demi-plaques et les grandeurs au-dessus, quatre étriers sont nécessaires. Si on a un grand nombre de glaces à vernir, on attachera à un point fixe l'extré-

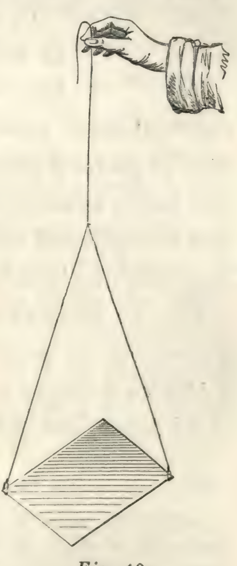


Fig. 10.

(1) La plaque normale a 24 centim. de haut sur 18 de large.

mité de la corde réunissant les quatre ficelles à étriers auxquelles on adaptera une petite masse de plomb (*fig.* 11) servant à donner au système plus de stabilité. Pour cela, on passera les quatre fils dans un disque de plomb à travers lequel on aura percé quatre trous équidistants.

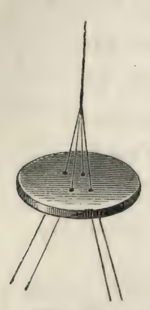


Fig. 11.

Le vernis albumineux, à cause de sa demi-opacité, est excellent pour les clichés un peu faibles laissant trop facilement passer les rayons lumineux. Il faut bien se garder d'étendre l'albumine d'eau après l'avoir battue en neige, car, au bout de quelques jours, elle se fendillerait et se détacherait par écailles enlevant avec elles le collodion.

Pour les clichés vigoureux, il est plus avantageux d'employer le *vernis à la benzine* (1) qui a la propriété de pénétrer la substance même de l'épreuve et lui donne, par conséquent, une grande transluci-

(1) *Vernis à la benzine.*

On introduit dans un bocal 10 parties de copal tendre en poudre fine (résine de Dammar) et 100 parties de benzine parfaitement rectifiée ; on agite de temps en temps pendant une journée et on laisse la clarification s'opérer par un repos de huit jours au plus. Quand le liquide surnageant est bien clair, on filtre au papier à filtrer blanc le plus épais possible.

dité dans toutes ses parties, même dans les noirs. Avant d'appliquer le vernis à la benzine, on desséchera avec précaution le cliché à la flamme d'une lampe à alcool et on le laissera refroidir complétement ; après quoi, on versera le vernis à la manière du collodion et on laissera sécher à l'air libre dans un endroit parfaitement à l'abri de la poussière.

Le vernis à l'ambre (1) est le plus précieux de tous, car il est extrêmement volatil, se dessèche instantanément, et est inaltérable à la chaleur et à la lumière. Il convient également pour les clichés vigoureux et légers; son prix élevé est son seul défaut.

On le verse rapidement à la surface des épreuves, et, aussitôt évaporé, il est complétement desséché : la couche déposée est d'une épaisseur insensible et sans aucun brillant. La chaleur n'altère nullement le vernis à l'ambre et ne fait que le rendre plus adhérent aux clichés qu'on peut laisser exposés des journées entières au soleil sans qu'il se produise le moindre ramollissement ni le plus petit fendillement.

(1) *Vernis à l'ambre.*

On le prépare en mettant en contact, pendant huit jours, 30 grammes d'ambre jaune porphyrisé, avec 250 grammes d'éther anhydre à 65° et 250 grammes de chloroforme également anhydre. On agite de temps en temps le mélange et on filtre au papier Prat, au fur et à mesure du besoin.

Nous avons vu plus haut (§ 11, p. 28) que l'action du réductif au sulfate de fer se composait de deux temps : dans le premier, l'image se dessine nette, franche et comme enlevée à l'emporte-pièce ; dans le second, il se forme une couche d'argent réduit. En opérant vite, on empêche bien ce dépôt de se former d'une manière sensible, mais il y a toujours, quoi qu'on fasse, à la surface des images comme un voile pulvérulent et léger qui augmente surtout d'opacité lorsqu'on renforce à l'acide pyrogallique ou au sublimé. C'est précisément ce voile que le vernis à l'ambre semble respecter et qu'on pourrait enlever en frottant un peu fortement avec un tampon de coton, ce dont il faut bien se garder, car il agit à la manière d'un écran translucide et il en résulte que quand un pareil cliché (placé sur une feuille de papier positif sensibilisé) est traversé par les rayons solaires, l'image produite est singulièrement harmonisée dans toutes ses parties. On peut se rendre compte de cet effet en n'appliquant le vernis à l'ambre que sur la moitié d'un cliché qu'on peut ainsi comparer, par transparence, avec l'autre moitié.

Dans les applications industrielles de la photographie, on a avec un cliché donné un grand nombre d'épreuves à tirer, et il est nécessaire que le

vernis ait beaucoup de solidité. Il y a deux moyens d'y arriver : le premier, c'est d'étendre une couche de vernis à l'ambre sur les clichés déjà vernis à l'albumine, le second c'est de faire usage du vernis Senez et Maître. Ce vernis, qui semble être à base de gomme laque et d'alcool, s'applique comme les précédents, en ayant soin de chauffer auparavant le cliché à la flamme d'une lampe à alcool. La chaleur développée devra être suffisante pour fluidifier le vernis et en faciliter l'adhérence, mais pas assez forte pour le faire bouillonner au moment où on le verse à la surface des glaces.

CHAPITRE II

§ 13. — Épreuves positives sur verre.

Sauf quelques petits changements à apporter aux formules et aux temps de pose, le mode opératoire pour ces sortes d'épreuves est absolument le même que pour les épreuves négatives.

Bain de nitrate d'argent positif.

Nitrate d'argent cristallisé.........	100 grammes.
Eau distillée......................	1 litre.
Acide nitrique....................	5 grammes.

Introduisez le tout dans un flacon à l'émeri, agitez de temps en temps, et, quand la dissolution s'est opérée, filtrez au papier Prat lavé. (Voyez § 12, p. 13, les précautions à suivre et qui sont les mêmes que pour la préparation du bain de nitrate d'argent négatif.)

COLLODION IODURÉ POSITIF.

Prenez, d'une part, collodion simple 100 grammes ou 130 cent. cubes, et, d'autre part, faites dissoudre par simple mélange

Iodure de cadmium..............................	1gr, 25
Iode..	0 , 10

dans

Éther sulfurique à 58°, 20 cent. cubes ou.......	13gr, 20
Et alcool à 40°, 5 cent. cubes ou................	3 , 60

Mélangez cette seconde liqueur à la première, ajoutez 2 gouttes de solution alcoolique de bromure de cadmium au dixième (§ 6, p. 17) et filtrez après 24 heures de repos sur un tampon de coton. Ce collodion, étant plus étendu que le collodion ioduré négatif, peut, même lorsqu'il est bien déposé, être filtré au papier Prat.

Réductif positif au sulfate de fer.

Protosulfate de fer cristallisé et finement pulvérisé.	30 gram.
Eau de fontaine..................................	100 —

Faites dissoudre par simple agitation dans un flacon bien bouché, ajoutez : tannin, 0gr,15 dissous dans 1 ou 2 grammes d'eau de fontaine, laissez la teinte noire d'encre se développer, filtrez au papier Prat, et ajoutez successivement à la liqueur :

acide nitrique à 36° du commerce, 5 grammes, et acide acétique cristallisable, 5 grammes. On agite doucement le mélange pour le rendre bien homogène et on vérifie si sa teinte est d'un vert foncé ou d'un beau vert-olive. Dans le cas où elle tirerait un peu sur le bleu, ce serait une preuve qu'il resterait encore de l'encre à détruire, et on y parviendrait en ajoutant quelques gouttes d'acide nitrique.

Les formules des autres solutions sont absolument semblables à celles des épreuves négatives.

SENSIBILISATION DU COLLODION IODURÉ POSITIF.

On produira cette sensibilisation le plus rapidement possible et on ne laissera la glace collodionnée séjourner dans le bain d'argent que juste le temps nécessaire. Si, pour les épreuves négatives, il est indifférent de dépasser le moment où le bain mouille complétement la surface collodionnée, il n'en est plus de même pour les épreuves positives si l'on ne veut pas qu'elles soient voilées ou tachées. De même, il se produira très-facilement une réduction d'argent, après l'action du sulfate de fer, si le nettoyage des glaces n'a pas été exécuté avec la dernière perfection. L'exposition à la chambre noire se fait immédiatement après la sensibili-

sation et le temps de pose est, en moyenne, deux fois moins considérable que pour un négatif.

On fait venir très-rapidement l'image avec le réductif positif, attendant à peine qu'on en ait aperçu la première apparence pour laver à grande eau, puis on passe au cyanure. Toutes ces opérations s'exécutent dans la chambre obscure. Si le temps de pose a été convenable, l'image se produit avec une grande netteté et un modelé très-harmonieux. Elle est au contraire heurtée si le temps de pose a été insuffisant, et les parties noires, examinées par transparence, sont pour ainsi dire invisibles. Enfin, lorsque le temps de pose a été trop long, l'image est uniformément grise, n'a aucun modelé, et, vue par transparence, ressemble à une épreuve négative.

En résumé, les épreuves positives sur verre doivent être obtenues avec une extrême rapidité et ne réussiront jamais entre les mains de ceux qui, étant nés un quart d'heure trop tard, n'ont jamais pu se rattraper depuis.

On sèche l'épreuve à la flamme d'une lampe à alcool ou devant un feu flambant et on la recouvre d'une couche de vernis à l'ambre ou de vernis à la benzine, les seuls qui donnent assez de transparence et de brillant. On applique la glace, du côté non collodionné, sur du velours noir, et on l'encadre immé-

diatement. Grâce à la transparence des ombres et des demi-teintes, l'image, par ce simple artifice, ressort dans tous ses détails. On peut arriver au même résultat en appliquant, à la manière du collodion, sur la surface opposée à l'image, une couche épaisse de vernis au bitume de Judée (1). On maintient la glace horizontalement au moyen d'un support à vis calantes ou plus simplement en la posant sur quatre bouchons plats, et on laisse le vernis sécher spontanément, ce qui demande au plus deux ou trois heures. Ce moyen de produire un fond noir est préférable à l'emploi du velours toutes les fois qu'on veut donner à l'image plus de modelé, parce qu'on peut produire du noir plus ou moins intense suivant l'épaisseur du vernis.

Pour la finesse des détails, les épreuves positives sur verre dépassent de beaucoup tous les autres genres de dessins photographiques. Elles ont toutes les qualités des épreuves daguerriennes sur plaques métalliques sans avoir l'insupportable défaut du miroitement. Aussi les artistes les recherchent-ils de préférence à toutes les autres. Malheureusement elles ne peuvent servir de clichés, la couche d'argent

(1) Le vernis au bitume de Judée se prépare en laissant en contact pendant 8 jours, 1 partie de bitume de Judée en poudre grossière avec 3 parties de benzine rectifiée. On agite de temps en temps ce mélange et on le passe sur un linge serré.

réduit étant si mince qu'elle est à peu près également perméable dans toutes ses parties aux rayons lumineux. Les positifs sur collodion conviennent admirablement aux épreuves stéréoscopiques, car la rapidité, souvent même l'instantanéité avec laquelle ils se produisent, permet de prendre la nature sur le fait et de produire, grâce au relief que donne le stéréoscope, des effets charmants d'animation et de vérité.

CHAPITRE III

ÉPREUVES POSITIVES SUR PAPIER

OU POSITIFS PAR APPLICATION.

§ 14. — Préparation du papier positif salé.

On fait choix de papier de Saxe (1), ou de tout autre de bonne qualité, et, après l'avoir coupé de dimensions convenables, sans y toucher directement avec les doigts, on prend séparément une des feuilles par ses deux bords (*fig.* 12) qu'on ramène l'un vers l'autre absolument comme si on voulait former

(1) Les premiers papiers de Saxe, livrés au commerce, étaient excellents, maintenant ils sont défectueux et on doit leur préférer les papiers Marion. On trouve cependant encore chez MM. Senez et Maitre, rue Saint-Honoré, 145, du papier de Saxe de la première fabrication.

un demi-cylindre ; on laisse tomber l'extrémité anté-

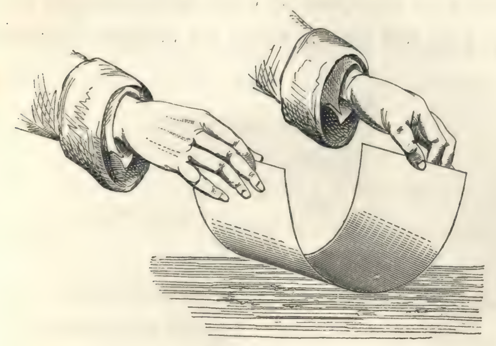


Fig. 12.

rieure sur un bain salé (1) et on pousse peu à peu la feuille sur la surface du liquide, tout en l'abaissant, jusqu'à ce qu'elle se trouve complétement appliquée à plat. De cette manière, on évite de laisser les bulles d'air filer entre le papier et le liquide. — Après cinq minutes d'immersion, on enlève la feuille par un de ses coins dans lequel on passe un petit crochet contourné en S qu'on suspend à un fil tendu. L'excédant du liquide gagne le coin opposé sur lequel on applique une petite bandelette de papier Joseph afin

(1) *Bain salé.*

Le bain salé se prépare en faisant dissoudre, par simple mélange, 50 grammes de sel ammoniac dans un litre d'eau distillée et filtrant au papier Prat.

d'en faciliter et régulariser l'écoulement. Il est important de marquer le côté salé, soit par un pli, (*fig.* 13), soit par un signe au crayon. Les feuilles

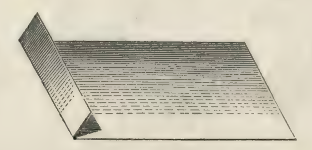


Fig. 13.

salées sont laissées suspendues 24 heures à l'abri de la poussière et enfermées ensuite dans des cahiers de papier buvard. — On peut préparer le papier salé soit dans la chambre obscure, soit en pleine lumière. — Quand il est bien sec, il ne s'altère nullement et se conserve indéfiniment.

SENSIBILISATION DU PAPIER POSITIF SALÉ.

§ 15. — Bain de nitrate d'argent pour papier positif, ou bain positif pour papier.

On fait dissoudre dans un litre d'eau distillée, 200 grammes de nitrate d'argent chimiquement neutre (1)

(1) Le nitrate d'argent cristallisé, fondu dans son eau de cristallisation, convient parfaitement pour cet usage. (Voy. *Produits chimiques*.)

et 20 grammes de nitrate d'ammoniaque. On filtre au papier Prat lavé (§ 4, p. 13) et on conserve la solution à l'abri de la lumière.

Ce bain se conserve indéfiniment ; il faut seulement remplacer, au fur et à mesure du besoin, le liquide absorbé par une solution faite exactement dans les proportions précédentes.

Au moment d'en faire usage on le filtre de nouveau dans une cuvette de porcelaine ou de gutta-percha, et on fait glisser sur sa surface, feuille par feuille, le papier salé, en suivant les précautions indiquées (*p.* 49 *et* 50, *fig.* 12 *et* 13). Chaque feuille sera appliquée sur le bois du côté salé et y sera laissée exactement 5 minutes. Ce temps écoulé, la feuille est enlevée et séchée en la suspendant par un de ses angles à un petit crochet passé sur un fil tendu. La sensibilisation et la dessiccation du papier positif s'opèrent dans la chambre obscure à la lueur d'une bougie qu'il ne sera pas nécessaire de masquer par un écran, le chlorure d'argent déposé sur les feuilles étant bien moins sensible que l'iodure d'argent des glaces collodionnées.

Le papier positif sensibilisé ne doit jamais être préparé que 12 ou 18 heures à l'avance, car, même dans l'obscurité, il s'altère et se colore. — Cette décomposition provient de ce que l'excès de nitrate

d'argent resté dans les feuilles se trouve en présence des matières organiques solubles contenues dans la pâte du papier. Il serait bien facile de les dissoudre par un simple lavage, comme nous l'avons fait pour les filtres, mais le papier n'aurait plus assez de solidité pour résister aux opérations ultérieures qu'il doit subir.

§ 16. — **Tirage des épreuves positives sur papier.**

On prend un châssis-presse (*fig.* 14), dont on en-

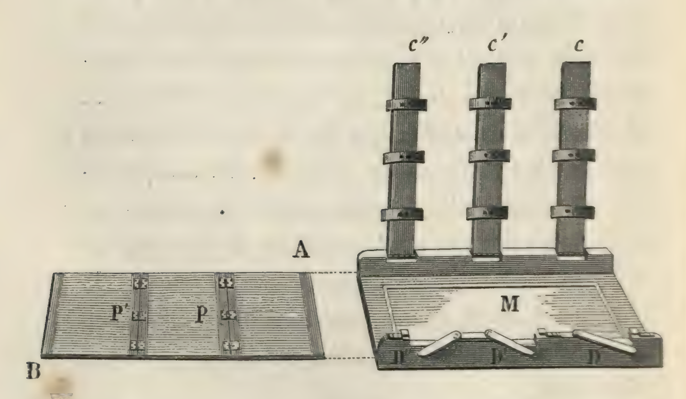


Fig. 14.

lève la plaque mobile AB et on la fixe en rabattant les tiges C, C′, C″, qui seront maintenues en place par les crochets D, D′, D″. Quand le cliché est un peu

faible, il est très-avantageux de poser sur la surface opposée à l'image, c'est-à-dire entre la glace M et le cliché, une feuille de papier à décalquer ou une feuille de papier ciré, ou bien encore une feuille de papier ordinaire, mince et coloré en bleu clair. En regardant par transparence une épreuve négative ainsi doublée de papier translucide, on est tout étonné de voir combien il a gagné en modelé et on peut être certain que l'effet produit se reportera sur le papier sensibilisé.

Tout étant prêt, on expose le châssis et son contenu en pleine lumière jusqu'à ce que la partie du papier sensibilisé qui dépasse l'épreuve soit arrivée à la teinte vert-bronze. Comme la plaque mobile AB peut, à l'aide des charnières P et P′, se ployer en trois parties, il est toujours facile de vérifier l'état du dessin en détachant l'une des tiges C ou C″, et soulevant avec précaution la partie de la plaque devenue libre. On n'arrête l'action de la lumière que quand les noirs de l'épreuve ont acquis un reflet légèrement bronzé, tandis que les blancs sont violet pâle et les demi-teintes violet foncé. On porte alors le châssis dans la chambre obscure, et on retire l'épreuve qu'on lave à l'eau ordinaire dans une grande cuvette de gutta-percha jusqu'à ce que l'eau de lavage ne blanchisse plus, ce qui a lieu nécessairement

quand le papier ne lui cède plus de nitrate d'argent.

L'épreuve bien débarrassée du nitrate d'argent par ce premier lavage, subit les opérations suivantes qui sont exécutées à la lumière du jour. En premier lieu, l'épreuve est plongée dans un bain d'hyposulfite neuf à 15 p. 0/0 (1) et doit pouvoir y séjourner au moins une heure. La plupart des photographes recommandent de faire usage d'hyposulfite vieux, c'est-à-dire chargé de sels d'argent, afin d'obtenir de plus beaux tons. C'est là une grande erreur, le papier s'imprégnant, dans de pareilles conditions, d'une combinaison de chlorure et de sulfure d'argent que les lavages les plus prolongés ne peuvent enlever. Il suffit, pour s'en convaincre, de regarder, par transparence, une épreuve dépouillée dans un bain vieux : on y distingue une multitude de taches noires qui ont pénétré la pâte du papier et enlèvent ainsi au dessin toute sa fraîcheur. Souvent quelques parties de l'image, conservent, même après une heure d'immersion, une teinte noire ou brune foncée, ne laissant voir aucun détail. On obvie facilement à ce défaut en projetant sur les parties sombres de l'hyposulfite en

(1) Ce bain se prépare en faisant dissoudre, par simple mélange, 150 grammes d'hyposulfite de soude dans un litre d'eau de fontaine et filtrant au papier Prat.

poudre et laissant l'épreuve flotter à la surface du bain. Le sel absorbe, par capillarité, à travers le papier, assez d'eau pour former une solution très-concentrée qui dépouille vivement les noirs opaques. On retire ensuite la feuille du bain, on la lave à grande eau et à cinq ou six reprises différentes pendant 2 ou 3 heures, puis on la plonge, l'espace de 5 minutes, dans un second bain d'hyposulfite neuf à 25 p. 0/0 préparé comme le premier. L'image apparaîtra parfaitement dépouillée et il ne restera plus qu'à la laver pour achever d'enlever l'excès d'hyposulfite et les dernières traces de sel d'argent qu'elle retient encore. Il est important de surveiller avec soin l'action du second bain d'hyposulfite à cause de son énergie, et de ne pas oublier que son action se prolonge quelques instants encore, pendant les premiers lavages. Il faudra donc enlever l'épreuve avant qu'elle ne soit complétement modelée. Enfin, les deux solutions d'hyposulfite pourront servir tant que les épreuves qui en sortent, étant regardées par transparence, ne sont pas mouchetées de taches noires.

Le lavage, au sortir du second bain d'hyposulfite, s'opère de la manière suivante : on place l'épreuve dans une grande cuvette remplie d'eau de fontaine

et légèrement inclinée (*fig.* 15). On adapte à la partie



Fig. 15.

supérieure un entonnoir, et à l'extrémité opposée un siphon. On fait tomber l'eau d'une fontaine dans

l'entonnoir; on amorce le siphon, et on règle l'écoulement du liquide sortant de manière à ce que l'eau se renouvelle lentement et continuellement, mais ne passe point par-dessus les bords. Pour amorcer le siphon, on plonge l'extrémité de la plus courte branche dans l'eau de la cuvette et on aspire avec la bouche par l'autre extrémité; le liquide monte dans le tube et gagne bientôt la plus longue branche ; c'est à ce moment qu'on cesse d'aspirer et l'écoulement continue de lui-même. Ce système de lavage doit être maintenu pendant 24 heures.

On arrive à peu près au même résultat par une simple immersion, mais il faut renouveler l'eau très-souvent, au moins dix fois dans les 24 heures et le lavage n'est jamais aussi complet que par la méthode précédente qui permet de déplacer d'une manière continue, par de l'eau pure, les couches de liquide à mesure qu'elles se chargent de sels. Pour abréger, nous appellerons, à l'avenir, ce genre de lavage : *lavage par déplacement*.

§ 17. — Fixage des épreuves positives sur papier.

Voici donc l'épreuve modelée par la lumière et débarrassée des sels étrangers par l'hyposulfite de soude et un lavage prolongé. Il s'agit maintenant

de la fixer, c'est-à-dire de la protéger par un léger dépôt d'or contre toute chance d'altération chimique. Il suffit, pour cela de la plonger quelques secondes dans le bain de chlorure d'or (1). Les blancs se teintent légèrement en rose, les noirs deviennent plus transparents et les demi-teintes s'affaiblissent rapidement. On retire l'épreuve presque aussitôt son immersion et on la lave *par déplacement* pendant une heure ou deux. Un fixage au chlorure d'or n'est bon qu'autant qu'il a été opéré avec une grande rapidité. Si l'image est trop faible, elle ne peut résister à l'action dissolvante du sel d'or et disparaît presque complétement. Si, au contraire, elle est trop sombre, il faut prolonger trop longtemps le contact et l'image dépouillée prend une teinte jaunâtre semblable à celle des photographies non fixées et en voie de destruction. L'habitude seule peut indiquer quelle nuance de sépia doit avoir une photographie, au sortir de l'action de l'hyposulfite, pour donner, après le bain d'or, ce ton doux et harmonieux que les artistes ne se lassent jamais d'admirer.

Une épreuve fixée au sel d'or peut être fort satis-

(1) Le bain de chlorure d'or se prépare en dissolvant, dans un litre d'eau distillée, chlorure d'or, 50 centigr., et sel ammoniac, 4 gr. On opère par simple mélange et il n'est pas nécessaire de filtrer.

faisante sauf en quelques parties restées encore trop noires. Elle n'est pas perdue pour cela, et voici comment on la termine : aussitôt qu'elle a suffisamment subi l'action du bain de chlorure d'or, on la lave rapidement et on la fait flotter sur une cuvette remplie d'eau de fontaine, puis, avec un pinceau trempé dans le bain d'or, on touche avec précaution et à travers l'eau les parties sombres. Dès que les détails apparaissent, on secoue légèrement la cuvette, l'action corrosive du sel d'or s'arrête aussitôt par son mélange avec l'eau, et on continue le lavage ainsi qu'il a été dit plus haut. L'épreuve fixée et lavée est séchée à l'air libre comme le papier salé (§ 14, p. 48).

Il ne suffit pas qu'une photographie soit bien modelée et fixée, il faut encore lui donner de l'éclat. On y parvient bien en la faisant passer sous le cylindre d'une presse à satiner, mais il est préférable de la lustrer avec un mélange de cire vierge et d'essence de citron. Cette espèce d'encaustique se prépare en faisant fondre, dans une capsule de porcelaine ou d'argent, et sur un feu doux, 100 grammes de cire blanche, la laissant un peu refroidir et y incorporant, dès qu'elle commence à se figer, 200 grammes d'essence de citron distillée. On remue bien jusqu'à parfait refroidissement et on introduit le mélange dans un flacon à large ouverture bien

bouché. Pour en faire usage, on en étale une petite quantité sur un tampon de flanelle douce et on en frotte vivement et uniformément l'épreuve, en prenant bien garde de la froisser ; on l'enferme entre deux doubles de papier Joseph et on la repasse avec un fer chaud. L'excès d'encaustique, qui donnait à l'image un aspect gras et désagréable, est absorbé dans les pores du papier; on redonne un peu de brillant en frottant avec un tampon de flanelle sèche. Ce lustrage, tout en rehaussant les tons d'une photographie, la protége en même temps contre l'influence de l'humidité.

Après toutes ces préparations, une photographie est prête à être mise sous verre. Quel que soit le mode d'encadrement adopté, il faudra ne se servir que d'eau gommée et surtout éviter l'emploi de la colle d'amidon qui, à la longue, pénètre le papier, fait naître des moisissures et altère l'image.

§ 18. — Tirage des épreuves positives avec des négatifs faibles.

Dans bien des circonstances, il arrive que le photographe ne peut obtenir que des négatifs très-pâles, soit parce que le temps lui a manqué, soit parce que les objets à reproduire sont placés dans de mau-

vaises conditions d'éclairage. Tout n'est pas perdu pour cela, et on peut, avec ces négatifs faibles, obtenir encore des épreuves sur papier fort satisfaisantes, il suffit d'ajouter au bain salé du § 14, p. 49, 25 centigrammes de chlorure d'or par litre. Seulement, les feuilles de papier salé seront desséchées dans l'obscurité et préparées, au plus, 24 heures à l'avance. La sensibilisation s'opère comme d'habitude. Grâce à l'addition du chlorure d'or, on pourra tirer, en toute sûreté, une épreuve positive bien modelée, quoique un peu faible, et que le sel d'or protégera contre l'hyposulfite. En effet, une image obtenue dans ces conditions est très-difficile à dépouiller dans le bain d'hyposulfite de soude ; il en résulte qu'on n'a pas besoin d'exposer à la lumière aussi longtemps que d'habitude, le papier sensibilisé et qu'on n'a pas à craindre de voir disparaître, par l'insolation, les détails d'un dessin bien modelé quoique un peu léger.

CHAPITRE IV

COLLODION SEC.

§ 19.

Jusqu'ici nous avons raisonné en supposant que le photographe opérait dans son laboratoire, ayant sous la main tout l'outillage nécessaire. La première condition de succès, lorsqu'on fait une épreuve sur collodion humide, c'est en effet de l'exposer à la chambre noire, au sortir du bain de nitrate d'argent. Si, au contraire, on laissait la glace préparée se dessécher dans l'obscurité, sa sensibilité décroîtrait en quelques minutes, et, après 2 ou 3 heures aurait complétement disparu. Il a donc fallu chercher une autre méthode qui permette d'opérer avec des glaces sensibilisées plusieurs jours à l'avance, c'est-à-dire recouvertes d'iodure d'argent collodionné parfaitement sec. Bien des procédés ont été proposés et abandonnés

tour à tour, et chaque photographe se vante de posséder le secret d'une méthode particulière et infaillible. La vérité est qu'il existe bien des moyens d'opérer à sec sur collodion, mais aucun, que je sache du moins, n'est à l'abri de tout reproche. Nous croyons en avoir expliqué clairement la cause, M. J. Duboscq et moi (1), et avoir indiqué les premiers la véritable théorie du collodion sec. (Voyez à la *Théorie.*)

La méthode que nous avons indiquée donnait des résultats très-beaux et permettait d'opérer avec rapidité, mais comme notre collodion était préparé avec de l'éther et de l'alcool parfaitement anhydres, il en résultait que les couches sensibilisées étaient légèrement striées et manquaient de solidité. Il m'a donc fallu faire de nouveaux essais pour parer à ce grand défaut et j'ai été assez heureux pour réussir. Voici les formules auxquelles l'expérience m'a conduit :

Bain de nitrate d'argent pour collodion sec.

Nitrate d'argent cristallisé...........	100 grammes.
Eau distillée........................	1 litre.
Acide nitrique......................	40 grammes.
Acide acétique cristallisable.........	20 grammes.

Mêler le tout, conserver dans l'obscurité et filtrer au papier Prat, au moment d'en faire usage.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* t. XLIII, p. 1194.

Collodion sec.

Coton poudre		2	grammes.
Lin fulminant		50	centig.
Éther à 58°	132 gr. ou	200	cent. cubes.
Alcool à 40°	36 gr. ou	50	cent. cubes.
Vernis à l'ambre		8	grammes.
Solution alcoolique de gomme laque au quart.		2	— (1).
Iodure de cadmium		2gr, 50	
Bromure de cadmium		5	centig.

On introduit successivement toutes ces substances dans le même flacon à l'émeri et on agite de temps en temps pendant 24 heures. La dissolution étant parfaitement opérée, on laisse reposer 8 jours.

Ce collodion est un peu lent, car il exige, à conditions égales, deux fois plus de temps de pose que le collodion humide, mais il se conserve indéfiniment; a toujours le même degré d'activité, et une fois sensibilisé, donne des couches sans taches et sans stries,

(1) Pour préparer cette solution, on introduit dans le bain-marie d'un alambic, absolument comme si on voulait faire une distillation à la vapeur, une partie de gomme laque en écailles et quatre parties d'alcool à 40°; on ferme l'appareil et on chauffe l'eau de la cucurbite en pleine ébullition pendant 5 minutes. On recueille l'alcool qui distille, on démonte le feu de crainte d'incendie et on laisse tiédir le bain-marie. On démonte alors le chapiteau de l'alambic et on filtre la solution encore chaude au papier Prat sans s'inquiéter du résidu qui reste sur le filtre.

présentant après leur dessiccation une surface parfaitement plane semblable à de l'opale polie.

SENSIBILISATION DU COLLODION SEC.

La sensibilisation du collodion sec s'opère absolument comme celle du collodion humide (§ 9, p. 23), seulement, au sortir du bain d'argent, il faut laver longuement les glaces avec le plus grand soin à l'eau ordinaire, les laisser sécher à l'air libre, puis les laver à une seconde reprise avec de l'eau distillée additionnée de 2 à 3 gouttes d'ammoniaque par litre. Une fois séchées de nouveau à l'air libre, on les insère dans les rainures d'une boîte bien sèche et fermant hermétiquement. Il est évident que les deux lavages et la dessiccation spontanée doivent s'opérer dans la chambre obscure.

Toute glace sensibilisée au collodion sec et mal lavée est une glace perdue, la moindre trace de nitrate d'argent laissée dans la couche impressionnable enlevant à l'iodure d'argent toute sa sensibilité.

J'ai ainsi conservé pendant six mois des glaces préparées au collodion sec, et elles ont donné, comme au premier jour, des images très-détaillées après un temps de pose qui a varié depuis 25 secondes jusqu'à 2 minutes suivant l'ouverture du diaphragme et l'in-

tensité de la lumière. Les glaces avaient la grandeur de la double plaque normale et les vues étaient prises avec un objectif simple, diaphragmé 0^m, 108 de diamètre.

§ 20. — Production de l'image sur les glaces préparées au collodion sec sensibilisé.

Le collodion sec sensibilisé, ayant été impressionné à la chambre noire, on fait venir l'image en passant d'abord la plaque à l'eau distillée, pour la mouiller uniformément, puis on verse à sa surface une solution neutre de nitrate d'argent à 2 p. 0/0, dont on fait écouler l'excès dans un petit bocal où l'on a mis d'avance un peu de solution acétique d'acide pyrogallique (p. 31, note).

Le mélange des deux solutions est versé de nouveau et à plusieurs reprises sur la surface collodionnée, jusqu'à ce que l'image apparaisse bien modelée. Si le mélange pyrogallique cesse d'être limpide on lave l'épreuve à l'eau distillée et on recommence sur nouveaux frais. Un bon signe, c'est quand après avoir passé plusieurs fois sur l'image naissante la liqueur pyrogallique argentée, on voit ce mélange prendre, sans perdre sa transparence, une teinte jaune rosée. Le reste des opérations s'exécute absolument comme pour le collodion humide.

§ 21.

Le collodion sec ne devant jamais servir que pour reproduire des vues de monuments, de paysages, ou d'objets immobiles, il n'y a pas à craindre de prolonger la pose et on devra toujours opérer avec des objectifs doubles diaphragmés. On gagnera ainsi en netteté ce qu'on perdra en rapidité. Pour éviter cependant de diminuer par trop l'éclairage, on devra placer le diaphragme non pas en dehors, mais bien en dedans de l'objectif, immédiatement contre la surface intérieure de la première lentille. Pour l'objectif représenté figure 16, ce sera donc en *a b* qu'on placera le diaphragme.

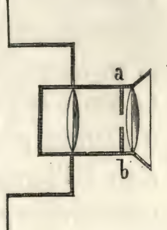


Fig. 16.

§ 22. — Reproduction de gravures.

La gravure sera placée en plein soleil dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif et on fera usage d'un diaphragme à très-petite ouverture.

§ 23. — Reproduction de peinture à l'huile.

Le tableau sera éclairé de haut et obliquement, de manière à éviter les effets du miroitement, on passera

un léger glacis non siccatif, d'un bleu faible, sur toutes les parties colorées en jaune ou en vert, et on vernira toute la surface au blanc d'œuf ou bien avec une solution de gomme arabique. L'objectif, comme dans le cas précédent, sera diaphragmé. Quand on ne pourra pas toucher au tableau, on tournera la difficulté en éclairant moins vivement le sujet à reproduire, en diminuant le plus possible l'ouverture du diaphragme, et en fixant en avant de l'objectif un verre légèrement coloré en bleu ou en violet. Le temps de pose étant ainsi prolongé, les teintes retardatrices pourront produire leur action photogénique et l'écran de verre bleu rendra cette action aussi uniforme que possible pour toutes les couleurs du tableau. Ce genre de reproduction demande beaucoup de soins et d'études: ce n'est qu'après plusieurs essais qu'on est exactement fixé sur le temps de pose et sur le genre d'éclairage à adopter.

§ 24. — Vues de monuments et de paysages.

L'opérateur s'arrangera de manière à ne jamais reproduire que les vues qu'il pourra apercevoir en tournant exactement le dos au soleil; c'est précisément la position d'un observateur regardant un arc-en-ciel. Il examinera avec beaucoup de soin le paysage ou le

monument tel que le montre la glace dépolie et réglera le diamètre du diaphragme d'après le plus ou moins de netteté que donnera l'image produite. Pour les épreuves quart de plaque et demi-plaque, on peut se servir d'objectifs doubles, dont la lentille antérieure seule serait diaphragmée (p. 67, *fig.* 16).

Mais pour les dimensions supérieures, on ne devra employer que les objectifs simples. La meilleure disposition est celle de la figure 17. A B est un cône tronqué, à la base duquel est vissé un objectif, portant une lentille achromatisée D et dont le sommet C se termine par un diaphragme noirci sur ses deux faces. On peut, au besoin, adapter à la place du diaphragme C une première lentille d'un petit diamètre, servant à donner un peu plus de lumière et à rapprocher le foyer. Quand le temps de pose est trop prolongé ou ne l'est pas assez, les épreuves présentent les mêmes aspects qu'avec le collodion humide; l'habitude seule et une patiente observation apprennent au photographe à se tenir dans les limites nécessaires. Il lui faut surtout s'exercer à connaître les influences résultant des diverses positions du soleil au-dessus de l'horizon et des états si va-

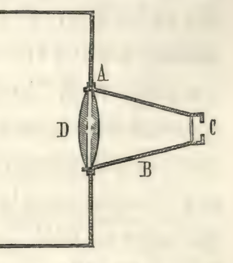


Fig. 17.

riables de l'atmosphère. C'est ainsi qu'il apprendra qu'un soleil couvert de nuages légers impressionne les plaques d'une manière plus artistique qu'un soleil ardent de plein midi; que les effets de perspective aérienne sont plus heureux quand l'atmosphère est chargée à l'horizon de vapeurs diaphanes que quand les plans lointains sont transparents, comme cela arrive après une forte pluie. Il est aussi très-essentiel, pour un paysage donné, de choisir l'instant de la journée où les divers plans de la vue sont éclairés proportionnellement à l'activité photogénique de leurs teintes propres. Si l'on a à reproduire un paysage où se trouvent des maisons bâties en pierres blanches et tout entourées d'arbres couverts de leurs feuilles, on saisira le moment où la position du soleil est telle, que le bâtiment est faiblement éclairé, tandis que les arbres le sont au contraire très-fortement et par des rayons tombant obliquement. Le vert des feuilles étant très-peu photogénique, mais inondé de lumière, tandis que les pierres blanches seront dans une sorte de pénombre, il y aura compensation et on ne verra sur le négatif aucune partie faire un contraste désagréable. Si l'épreuve est encore trop heurtée, on attendra un temps couvert ou bien encore que, l'automne venu, les feuilles aient pris ces teintes chaudes et bistrées si recherchées des peintres. On écrirait tout un chapitre

sur ce sujet qu'il ne serait pas encore épuisé : une douzaine d'épreuves manquées et un scrupuleux examen de tous les effets produits en apprendront plus que les plus longs discours. Il n'est pas, que je sache, d'étude plus propre à développer le sentiment de l'art dans l'esprit de ceux qui aiment à étudier la nature et en comprennent les poétiques leçons.

Quelle que soit la vue qui ait été prise au collodion sec, on sera toujours libre de développer l'image, soit immédiatement après l'exposition dans la chambre noire, soit plusieurs jours ou même plusieurs semaines plus tard, pourvu que les glaces soient tenues exactement à l'abri de la lumière et de l'humidité.

§ 25. — Épreuves positives par application, sur collodion sec.

Les glaces sensibilisées au collodion sec servent également pour préparer des épreuves positives par application, destinées à être vues au stéréoscope. Lorsqu'elles sont exécutées avec soin, elles peuvent rivaliser avec les positifs sur verre albuminé. Voici comment on les obtient : dans une chambre obscure, on pose sur la face interne de la glace du châssis-presse (*p.* 52, *fig.* 14), une épreuve négative sur verre, sur laquelle on applique une glace préparée au collodion sec sensibilisé, de manière que les deux faces collo-

dionnées se touchent ; on ferme le châssis et on expose à la lumière, de 1 à 5 secondes au plus. De retour dans la chambre obscure, on mouille avec un peu d'eau distillée la surface collodionnée et on fait venir l'image avec la solution de nitrate d'argent à 2 p. 0/0, et la liqueur pyrogallique absolument comme il a été expliqué § 20, p. 66, pour la production des négatifs sur collodion sec. On dépouille l'image avec le cyanure à 3 p. 0/0 (§ 11, p. 30), on lave à grande eau, on passe au bain d'or (§ 11, p. 33, note), on lave de nouveau et on sèche à la lampe à alcool. Enfin, l'épreuve est recouverte d'une couche de vernis à la benzine, qui lui donne une grande transparence.

§ 25 *bis.* — **Description d'un laboratoire de photographie.**

Avant de terminer ce qui est relatif au collodion, nous croyons être utile à nos lecteurs en donnant la description d'un laboratoire de photographie. Loin de nous la pensée de prétendre poser ici des règles absolues, nous voulons simplement indiquer quels sont les appareils et les produits indispensables aux manipulations que nous venons de passer en revue et éviter ainsi aux commençants des tâtonnements souvent fort dispendieux.

Le laboratoire représenté figure 18 est divisé en

deux pièces par une cloison, dont la porte de communication est remplacée par d'épais rideaux noirs. La première pièce est éclairée par une petite fenêtre S à carreaux en verre jaune, non dépoli; la seconde, entièrement peinte en noir, ne reçoit de lumière que d'une petite lanterne en papier jaune ou d'une lampe de Locatelli à verre jaune dépoli.

Résumons maintenant les opérations :

On nettoie les glaces sur le cadre de l'appareil I, en se servant du coton et des linges contenus dans les boîtes A et E, du tripoli et de la craie alcoolique des vases G et H, puis on renferme dans les boîtes D les glaces encore recouvertes de craie. Au moment d'en faire usage, on enlève avec un tampon de coton sec la poussière blanche dont elles sont couvertes, et au besoin, si elles sont un peu humides, on les passe au tripoli sec (flacon F). On prend une de ces glaces bien nettoyée et on la recouvre d'une couche de collodion ioduré (flacon C); l'excédant est versé dans le flacon H. L'opérateur passe dans la chambre obscure et sensibilise le collodion dans le bain de nitrate d'argent J. La plaque est enlevée du bain au moyen du petit crochet d'argent I, puis placée dans un châssis et transportée dans le daguerréotype. Après le temps voulu d'exposition, elle est reportée dans la chambre obscure et on fait apparaître l'image au moyen d'un

peu de réductif du flacon M, versé d'avance dans le verre conique K. Le vase L est également rempli à l'avance d'eau de fontaine et destiné à opérer le premier lavage au-dessus de la terrine N. Le lavage se termine dans l'autre pièce, au-dessous du robinet de la fontaine P, et on regarde si l'épreuve a besoin d'être renforcée; dans ce dernier cas, on la passe à l'acide pyrogallique et au nitrate d'argent (flacons G et H), qu'on mélange dans le petit poêlon à manche F. L'épreuve lavée de nouveau est dépouillée à l'hyposulfite si elle est un peu faible, ou au cyanure si elle est vigoureuse. Ces dernières solutions sont contenues dans les vases de Mariotte, à robinets de verre T et U et dont la disposition permet de faire écouler leur contenu au fur et à mesure du besoin sans qu'il soit nécessaire de les déplacer : l'air extérieur pouvant, en effet, sans cesse rentrer par les tubes de verre passés à travers les bouchons, l'écoulement est rendu constant. L'épreuve ainsi dépouillée au cyanure ou à l'hyposulfite est lavée à l'eau de fontaine, puis placée verticalement en R sur des coussins de papier buvard. On la laisse sécher spontanément ou on la chauffe à la lampe à esprit-de-vin Y, et on la recouvre d'une couche de vernis à l'ambre, à la benzine ou à la gomme laque (flacons *l*, *m*, *n*). Si c'est une épreuve positive, on vernit la surface non collodionnée avec le vernis au

Figure 18. Page 7[illegible]

bitume de Judée (flacon O). Outre les flacons et appareils précédents, l'opérateur devra toujours avoir sous la main des filtres A et des entonnoirs B et Z, une provision d'eau de fontaine *p* et *g* et d'eau distillée *r*. Deux grands pots de grès P et Q serviront à mettre toutes les liqueurs-résidus contenant de l'argent, en ayant soin de ne pas mêler, dans le même vase, celles qui retiennent de l'hyposulfite avec celles qui n'en retiennent pas. Il faudra aussi avoir 2 ou 3 litres de solution de sulfate de fer à 30 pour 100 (flacon V), 1 ou 2 litres de bain de nitrate d'argent (flacon E), et dans une armoire *t* une réserve de papiers à filtres, cyanure de potassium fondu, hyposulfite de soude cristallisé, nitrate d'argent, acides gallique, pyrogallique, acétique, alcool, éther, coton-poudre, iodures et bromures de cadmium et d'ammonium, sulfate de fer, etc., etc., et autres produits chimiques. Une balance sensible au demi-centigramme et des mesures graduées compléteront cet outillage indispensable.

CHAPITRE V

ALBUMINE

§ 26. — Du nettoyage des glaces.

Le nettoyage des glaces s'exécute absolument de même que pour les glaces collodionnées (§ 7, p. 17) : il est seulement nécessaire d'ajouter à la *craie alcoolique* (§ 7, p. 18) 10 p. 100 d'ammoniaque liquide. Les réactions qui s'accomplissent dans les diverses manipulations photographiques sont activées ou retardées par des influences impossibles à expliquer chimiquement, mais qui n'en sont pas moins réelles. C'est ainsi que l'acide nitrique doit en quelque sorte accompagner le collodion depuis sa sensibilisation jusqu'à la production de l'image par le réductif et que les glaces ayant servi aux clichés collodionnés produisent bien plus rarement des accidents de ré-

duction lorsqu'elles ont subi un premier nettoyage à l'acide nitrique étendu (§ 7, p. 19). De même, l'ammoniaque protége l'albumine et facilite singulièrement la production des images, par cela seul que le dernier nettoyage s'est fait au tripoli ammoniacal et que les iodures et bromures employés à la sensibilisation sont à base d'ammonium. Cela est si vrai que si on a le malheur de nettoyer ses glaces avec du tripoli ou quelque autre substance inerte que ce soit, additionnée d'acide acétique, on aura beau faire usage ensuite de tripoli sec et opérer l'albuminage avec le plus grand soin, les épreuves seront ternes, voilées, rougeâtres, en un mot complétement manquées, quel que soit le temps de pose, et c'est cependant cette même albumine qui sera sensibilisée dans un bain de nitrate d'argent contenant 10 p. 100 d'acide acétique cristallisable.

§ 27. — Bain de nitrate d'argent pour albumine.

Eau distillée......................	1 litre.
Nitrate d'argent cristallisé.........	100 grammes.
Acide acétique cristallisé..........	100 —

Mêlez, faites dissoudre par simple agitation et filtrez au papier Prat lavé et renouvelé à chaque filtration. Ce bain se colore assez promptement à cause

de la réaction des principes sulfurés et phosphorés de l'albumine des plaques sur le nitrate d'argent. Malgré cela, on peut en faire usage tant qu'il est suffisamment transparent et en le renouvelant au fur et à mesure de son emploi; c'est dire qu'avec un peu de soin on peut s'en servir presque indéfiniment.

On a proposé de décolorer les vieux bains pour albumine, soit avec des terres alumineuses, soit avec le charbon animal, mais j'ai toujours vu que le remède était pire que le mal. Quand un bain d'argent est tellement coloré qu'il ne peut plus servir, il est préférable de l'évaporer à sec et d'en retirer le nitrate d'argent par le procédé décrit aux Manipulations chimiques.

§ 28. — Préparation de l'albumine iodurée.

On prend des blancs d'œufs parfaitement frais et on les bat en neige, *pendant une heure,* avec un petit balai d'osier, dans une terrine vernissée. Ce temps écoulé, on descend la terrine à la cave ou dans un endroit frais et on la recouvre d'un linge humide. Après 12 heures de repos, on enlève la mousse qui s'est prise tout d'une pièce à la surface, on bat de nouveau le liquide restant pendant un quart d'heure et on remet le tout en place comme la première fois.

Cinq ou six heures après, on enlève la seconde mousse et on pèse exactement 100 grammes d'albumine. D'autre part, on mêle, dans une petite fiole :

Iode........................	10 centigr.
Iodhydrate d'ammoniaque....	2 grammes.
Eau distillée................	5 —

L'iodhydrate d'ammoniaque se dissout instantanément dans l'eau, et cette solution, à son tour, absorbe l'iode. Quand le mélange s'est liquéfié complétement, on le verse dans les 100 grammes d'albumine précédents. On agite bien doucement pour ne pas faire de mousse et on laisse reposer 24 heures. La liqueur iodurée s'éclaircit; les débris de germes gagnent, les plus lourds la partie inférieure et les plus légers la partie supérieure. Avec une pipette, on enlève la couche contenant ces derniers et on décante doucement sur un filtre de papier Prat à très-petits plis les couches suivantes, en ayant soin de ne pas verser le fond du liquide. Le filtre sera tenu constamment plein, sans quoi l'albumine desséchée et formant vernis sur ses parois empêcherait le passage du liquide à travers les pores du papier. Cette albumine iodurée peut se conserver des semaines entières sans altération, surtout si on l'enferme dans des flacons bien bouchés et exactement pleins. On s'aperçoit

qu'elle ne peut plus servir quand, s'étant spontanément troublée, elle ne reprend plus sa transparence par une nouvelle filtration.

§ 29. — Albuminage des glaces.

Les glaces ou les feuilles de verre étant plus qu'excessivement propres, on les albumine de la manière suivante :

L'opérateur tient la glace horizontalement de la main gauche et y passe doucement l'haleine : il s'y dépose une buée légère qui suffit pour permettre à l'albumine de mouiller la surface vitreuse, c'est-à-dire d'y adhérer. On versera ainsi l'albumine aussi facilement que du collodion, on l'étendra sur la glace et on la fera écouler par un brusque revers de main.

Ensuite la glace est enchâssée, suivant sa grandeur, dans l'un des appareils (fig. 8, 10 et 11) de manière à ce que le côté albuminé regarde la plaque, puis séchée au-dessus du fourneau à plaque de tôle (voir le détail de la manipulation, § 12, p. 36). Comme la rotation de la glace a pour premier effet de projeter l'albumine de tous côtés, il vaudra mieux commencer le mouvement à froid, au centre d'une terrine à bords élevés, puis continuer au-dessus du fourneau. Toutes ces petites opérations s'exécutent à la lumière, et la seule

précaution à prendre c'est de se mettre complétement à l'abri de la poussière.

Les glaces albuminées ainsi se conservent indéfiniment si on a le soin de les placer dans des boîtes bien sèches et préservées de l'humidité par une fermeture hermétique. Elles ne doivent être sensibilisées, au plus tôt, que 24 heures après leur préparation. Il est nécessaire en effet que la couche d'albumine iodurée, violemment contractée par une rapide dessiccation, reprenne par le repos un peu de souplesse et soit dès lors plus apte à se laisser pénétrer par le nitrate d'argent. Cette méthode d'albuminage est très-simple et convient à la fois pour les glaces destinées aux épreuves positives par transparence et aux épreuves négatives. Toutefois, comme, pour ces dernières, le temps de pose à la chambre noire est considérable, on a cherché à la diminuer et on y est parvenu en modifiant un procédé un peu compliqué, mais excellent quant aux résultats et dont l'idée première est due à M. Taupenot. Voici ce procédé :

On étend d'abord sur des glaces bien sèches et bien propres une couche de collodion simple parfaitement limpide et préparé d'après la formule suivante :

Coton-poudre		1	gramme.
Lin fulminant.....................		25	centigr.
Éther à 58°............	132 gr. ou	200	cent. cubes.
Alcool à 40°............	36 gr. ou	50	—

L'excès de collodion écoulé, on plonge la plaque dans une cuvette d'eau distillée : l'éther alcoolisé est déplacé et on obtient ainsi une sorte de coussin feutré et humide, très-propre à recevoir l'albumine iodurée et à lui donner plus de porosité. On retire donc la glace du bain d'eau, on vérifie si elle est mouillée uniformément et on la laisse sécher quelques minutes à l'air libre en l'installant, contre un mur, sur plusieurs doubles de papier Joseph. Lorsque le collodion a laissé écouler l'eau de surface, mais non celle qu'il retient à la manière d'une éponge, on y verse une première couche d'albumine iodurée, dont on fait écouler l'excès dans un vase à part, puis, immédiatement après, une seconde couche d'albumine, et on termine l'albuminage comme précédem ment. La première albumine n'a servi, on le comprend sans peine, qu'à balayer l'eau du collodion, et, comme elle s'est affaiblie d'autant, il faut la remplacer de suite. On ne conservera donc que l'albumine provenant des secondes couches, laquelle servira à préparer de nouvelles glaces après avoir été filtrée au papier Prat.

Cet albuminage au collodion simple n'est nécessaire que pour les plaques destinées aux épreuves négatives qu'on obtient ainsi plus rapidement et mieux harmonisées. Quant aux épreuves positives, non-seulement cette modification est inutile, mais encore elle nuirait à la finesse des détails. — Disons enfin qu'entre des mains exercées l'albuminage simple donne d'excellents résultats, même pour des négatifs, mais il faut pour cela connaître exactement, par expérience, le temps de pose auquel on doit s'arrêter pour une vue donnée.

§ 30. — Sensibilisation des glaces albuminées.

La sensibilisation se fait dans la chambre obscure et de la même manière que pour les glaces collodionnées, mais ici il n'y a aucun signe indiquant la fin de l'opération et l'expérience seule a appris qu'il fallait laisser séjourner les plaques 5 minutes dans le bain d'argent pour atteindre le maximum de sensibilité. Ce temps écoulé, on les retire avec un crochet d'argent, on les lave à grande eau et on les fait sécher absolument comme les glaces recouvertes de collodion sec sensibilisé.

Les glaces préparées à l'albumine et sensibilisées se conservent indéfiniment dans des boîtes bien sèches et bien fermées.

Il n'est pas toujours facile de distinguer, à la simple vue, sur une glace albuminée et sensibilisée ou non, quel est le côté resté libre. En passant légèrement l'haleine sur la plaque, on est bien vite tiré d'incertitude : si la vapeur se condense uniformément et se dissipe aussitôt, c'est au côté albuminé qu'on a affaire ; si, au contraire, la trace de l'haleine est irrégulière et persistante, c'est qu'on aura passé le souffle sur la face non recouverte d'albumine.

§ 31. — Exposition à la chambre noire.

Au temps de pose près, les observations faites sur le même sujet au § 21, relatif au collodion sec, sont entièrement applicables à l'exposition des plaques albuminées et sensibilisées.—Comme règle générale, on peut dire que si pour une vue donnée une glace préparée au collodion sec exige 1 minute de pose, une glace albuminée en exige 2, toutes circonstances égales d'ailleurs.

§ 32. — Développement de l'image.

Aussitôt l'exposition à la chambre noire terminée, ou plusieurs jours après, on peut développer l'image, mais avant tout, il faut attendrir la couche d'albumine.

Pour cela on porte dans la chambre obscure la glace toujours renfermée dans sa boîte ou son châssis, d'où on la retire pour la plonger dans une cuvette de porcelaine remplie d'eau distillée tiède, à laquelle on a ajouté environ $0^{gr},25$ d'acide gallique par iltre (1).

De temps en temps, on ajoute de nouvelle eau tiède (ne contenant pas d'acide gallique) pour maintenir la température constante, ou bien on arrive plus simplement au même but en plaçant la cuvette sur un réchaud de cendres chaudes. Cette immersion durera de 3 à 6 heures et sera d'autant plus prolongée que le temps de l'exposition à la chambre noire aura été plus court, ou bien que la lumière, pendant le moment de la pose, aura été moins vive.

(1) L'eau qui servira à cette solution aura été distillée dans un appareil en verre ou dans un alambic dont le serpentin sera en étain pur ou en grès. Si le serpentin contenait du plomb ou si l'eau distillée, une fois préparée, séjournait dans un vase de plomb, cela suffirait pour empêcher les images de se produire. En effet, dans ces conditions, l'eau dissout une quantité imperceptible de plomb qui suffit néanmoins pour réduire le nitrate d'argent, non pas sur les surfaces albuminées, mais bien à même le bain. La liqueur réductrice noircit aussitôt et il est impossible d'obtenir une épreuve. Quand un pareil accident se produit, il faut enlever les glaces rapidement, les laver à grande eau et préparer un nouveau bain avec de l'eau distillée irréprochable. Souvent en pareil cas les glaces albuminées se couvrent d'un voile rougeâtre : alors tout est perdu.

On peut également opérer à froid, mais alors l'immersion sera de 12 heures au moins. Dans l'un et l'autre cas, on s'assurera du degré de ramollissement de l'albumine en la grattant, dans un ses coins, avec une pointe de canif. Si l'on éprouve trop de résistance, et si, à plus forte raison, l'eau ne semble pas vouloir mouiller la surface albumineuse, on replonge la glace dans le bain.

Supposons, au contraire, l'albumine rendue suffisamment poreuse : on enlèvera la glace du bain et on la laissera quelques minutes à l'air libre. Pendant ce temps, la tiède solution d'acide gallique est remplacée par une solution froide faite dans les mêmes proportions ; on y plonge la plaque pendant un quart d'heure environ et on l'en retire pour la laisser une seconde fois exposée à l'air 2 ou 3 minutes. J'ignore quelle peut être l'action de l'air sur l'albumine déjà influencée par l'acide gallique, mais il est certain que, par cette simple manipulation, l'iodure d'argent éprouve une modification particulière favorisant singulièrement la réduction future du nitrate d'argent, c'est-à-dire la production de l'image.

Quoi qu'il en soit, la glace albuminée étant, pour la seconde fois, retirée du bain gallique, on fera tomber dans ce bain quelques gouttes de solution bien neutre de nitrate d'argent à 5 p. 100, on y introduira de nou-

veau la glace, et on laissera le tout en repos jusqu'à ce que l'image soit complétement développée. Le bain réducteur ne devra ni se troubler ni même se colorer trop sensiblement pendant que l'épreuve négative se dessinera : si cet accident se produisait (il est très-fréquent lorsque l'exposition à la chambre noire a été trop prolongée), il faudrait jeter le bain, bien nettoyer la cuvette avec de l'eau acidulée par l'acide nitrique, puis à l'eau distillée, et recommencer à nouveaux frais, après avoir lavé la glace albuminée largement à l'eau ordinaire, puis une seconde fois à l'eau distillée. Non-seulement le côté albuminé, mais encore la face opposée, doivent être complétement dépouillés de toute trace du premier bain.

Quelquefois il se produit à la surface de l'image des réductions métalliques : on les enlève en recouvrant d'eau la glace albuminée et la frottant très-légèrement avec un petit tampon de coton mouillé. — Quand les réductions sont trop fortes, elles résistent à cette action mécanique ; il est préférable de les dissoudre en versant à la surface de la glace un mélange de 2 parties de réductif au sulfate de fer pour négatifs (p. 27) et 1 partie de bain d'hyposulfite d'or et de soude (p. 33). Ce mélange doit être fait au moment même.

On jugera très-facilement de la nature et de la qualité de l'image en appliquant derrière le négatif

un verre dépoli et regardant, par transparence, la flamme d'une bougie.

Au moment convenable, on arrêtera le développement de l'image en la lavant à l'eau de fontaine, puis la plongeant dans un bain d'hyposulfite à 30 p. 100. Pendant environ 10 minutes, on agite de temps à autre la cuvette pour renouveler la surface dissolvante, puis on retire la glace, et on la lave à grande eau. Si l'épreuve n'est pas suffisamment dépouillée ni bien nettement transparente, on verse à sa surface une solution contenant 30 p. 100 d'hyposulfite et 1 p. 100 de cyanure de potassium. Ici, il faut opérer rapidement, le cyanure attaquant l'albumine au point de la soulever si le contact était prolongé au delà de quelques secondes. L'image étant dépouillée à l'hyposulfite cyanuré, on lave à grande eau et on laisse sécher à l'air libre.

Si le nitrate d'argent et l'acide gallique employés à la production de l'épreuve négative ne contiennent pas la plus petite trace d'acide étranger, la teinte de l'image sera verdâtre par transparence. Pour peu que le bain révélateur soit acidulé par quelque acide que ce soit autre que l'acide gallique, la teinte sera plus ou moins rougeâtre.

Le vert étant bien moins photogénique que toutes les nuances du rouge, les négatifs de la première es-

pèce devront être obtenus plus légers de ton que les seconds, qui, laissant passer plus facilement les rayons actifs, produiront nécessairement des positifs plus sombres et plus heurtés.

Après l'action de l'hyposulfite, l'épreuve peut être portée au jour, mais toutes les opérations qui précèdent le lavage doivent s'exécuter dans la chambre obscure.

Il est très-facile, par cette méthode, de faire venir un grand nombre de négatifs à la fois ; on se sert pour cela d'une boîte de gutta percha à rainures verticales, et on y dispose, une par une, les glaces impressionnées, autant que possible, dans les mêmes conditions. A cause de la nature du vase, il faut opérer à froid.

Les négatifs sont destinés à servir de clichés pour produire des épreuves positives, soit sur verre, soit sur papier. Dans le premier cas, ces négatifs devront être beaucoup plus doux et plus légers de ton que dans le second, parce que les images positives sur verre, étant obtenues presque instantanément, sont plus heurtées que les images sur papier. Les négatifs vigoureux s'obtiendront en diminuant le temps de l'exposition à la chambre noire et de l'immersion dans la solution aqueuse d'acide gallique, qu'on ad-

ditionnera ensuite un peu plus fortement de nitrate d'argent.

Les négatifs faibles et bien fondus de ton exigent un plus long temps d'exposition à la chambre noire et un contact prolongé avec le bain d'acide gallique, toujours maintenu tiède et très-faiblement additionné de nitrate d'argent. Les épreuves négatives sur albumine viennent également bien dans toutes leurs parties lorsque la vue à reproduire est composée d'objets de même nature, comme des monuments, des vaisseaux, des machines ; mais si c'est un paysage où se trouvent à la fois des arbres dont les feuilles vertes ont une couleur si peu photogénique, des maisons blanches qui ne viennent que trop vite et des lointains trop peu éclairés, il est vraiment impossible d'obtenir un ensemble harmonieux en laissant l'image se produire entièrement par la méthode précédente ; il est préférable de la faire apparaître à demi et de l'achever en versant ou en promenant au pinceau, sur les parties faibles, un mélange de liqueur pyrogallique (§ 11, p. 31) et de quelques gouttes de solution de nitrate d'argent neutre à 5 p. 100. L'image étant ainsi harmoisée, puis bien lavée à l'eau distillée, on l'achève en la plongeant de nouveau dans le bain d'acide gallique additionné de nitrate d'argent.

Enfin, une épreuve étant terminée, si l'on voit qu'après l'action de l'hyposulfite quelques-unes de ses parties sont trop foncées par transparence, on la mouille bien uniformément à l'eau distillée, on passe rapidement sur ces parties un pinceau trempé dans la teinture d'iodure de potassium iodurée (1), et on lave aussitôt à grande eau. Pour plus de sûreté, on la passe encore une fois à l'hyposulfite cyanuré, seulement quelques secondes; on la lave à grande eau et on la laisse sécher.

Une extrême rapidité est ici nécessaire si l'on veut éviter de voir les parties touchées par la liqueur iodurée prendre une teinte jaunâtre très-difficile à enlever par l'hyposulfite cyanuré. — Ce procédé est délicat à exécuter; très-souvent il se produit des taches, ou bien il est impossible d'arrêter à temps l'action dissolvante de l'iodure. Or, comme dans un négatif donné, augmenter l'intensité des tons faibles revient au même que de diminuer la vigueur des parties sombres, il est préférable d'avoir recours au premier moyen en faisant usage, comme nous venons de l'expliquer, d'acide pyrogallique acétique et de nitrate d'argent.

(1) Cette teinture se prépare en mêlant 100 parties d'alcool à 36° avec 10 parties d'iodure de potassium et 1 partie d'iode. On agite de temps en temps pendant une demi-heure et on filtre au papier Prat.

Les épreuves négatives sur albumine ne se conservent pas indéfiniment sans altération. Pour celles qu'on voudrait préserver de toute chance de décomposition, il faudrait les fixer au sublimé et à l'hyposulfite d'or et de soude, comme les épreuves positives dont il va être question au paragraphe suivant.

§ 33. — Tirage des épreuves positives sur albumine.

On prépare les glaces albuminées et sensibilisées absolument comme pour les épreuves négatives (§ 29, p. 80).

On applique sur la face intérieure du châssis-presse une feuille de papier ciré ou de papier à décalquer, puis le négatif à reproduire et, immédiatement par-dessus, la glace sensibilisée, de manière que les deux côtés albuminés soient en contact. On recouvre le tout par quelques feuilles de papier buvard, et on fixe la planchette servant de fermeture. Le châssis est alors porté à la lumière l'espace de 1 à 10 secondes. Aussitôt après, on reporte l'épreuve dans la chambre obscure, et on développe l'image comme s'il s'agissait d'un négatif sur albumine (§ 32).

L'épreuve positive étant sortie dans de bonnes

conditions et reproduisant le négatif fidèlement, mais avec un peu moins de moelleux, il reste à lui donner un ton harmonieux et à la fixer. On la plonge dans une cuvette d'eau distillée contenant quelques gouttes de solution de sublimé (§ 11, note 1, p. 32), et on la laisse dans ce bain jusqu'à ce que tous les noirs aient pris la teinte sépia et que les demi-teintes aient complétement disparu. On lave à l'eau ordinaire et on plonge la plaque dans le bain d'hyposulfite d'or et de soude (§ 11, p. 32). L'image, attaquée et comme rongée par le sublimé, réapparaît sous l'influence du sel d'or et prend un ton très-doux de sépia tirant sur le rouge du bronze florentin. On lave et on sèche un peu fortement à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin. Enfin, on passe une couche de vernis à l'ambre ou à la benzine, et on colle l'épeuve sur une lame de verre dépoli de même grandeur.

Les épreuves positives sur albumine produisent dans le stéréoscope des effets admirables que nul autre genre de photographie n'a pu jusqu'ici atteindre. Exécutées de grandes dimensions et par des mains habiles, elles forment, comme vitraux, d'élégantes décorations que les artistes ne se lassent pas d'admirer.

On le voit, si les manipulations relatives au collo-

dion doivent s'exécuter rapidement, celles qui s'accomplissent sur l'albumine ne réussissent que si le photographe les exécute avec un calme de diplomate et une patience d'insecte.

CHAPITRE VI

ÉPREUVES STÉRÉOSCOPIQUES

§ 34.

Il existe deux sortes d'épreuves stéréoscopiques : celles qui sont destinées à être vues par transparence et celles qu'on ne voit que par réflexion. Les premières s'obtiennent sur verre recouvert d'albumine ou de collodion sec, les secondes sont tirées sur papier.

Il n'y a rien à ajouter, pour ces sortes d'épreuves, à ce qui a été dit aux pages précédentes ; la seule observation à faire, c'est que les images doivent être toujours recouvertes d'un vernis qui les pénètre profondément et les rende transparentes. Le meilleur vernis pour les épreuves sur albumine, c'est le vernis à l'ambre, et, après lui, le vernis à la benzine. Pour les épreuves visibles par réflexion, il n'est besoin d'aucun vernis lorsqu'on les obtient sur un papier

albuminé, parce que la couche d'albumine salée déposée en premier lieu sur le papier résiste à toutes les préparations ultérieures, et, l'épreuve terminée, forme sur l'image un véritable vernis transparent. Si l'on opère sur papier non albuminé, on pourra faire toutes les retouches qu'on voudra, puis lustrer à l'encaustique de cire blanche (§ 17, p. 59). Il est plus avantageux, cependant, d'appliquer au pinceau une première couche d'encollage blanc (1), de laisser sécher 24 heures, et enfin de passer les feuilles sur un bain d'albumine simple (2), comme s'il s'agissait de les saler ou de les sensibiliser.

Quant à la manière de disposer les deux chambres noires, destinées à prendre la double vue négative, voyez ce qui est dit à la Théorie.

(1) *Formule de l'encollage blanc pour papier.* — Prenez : Colle forte, 6 grammes ; savon blanc finement râpé, 4 grammes ; eau, 200 grammes ; laissez tremper une heure, faites bouillir un quart d'heure en renouvelant l'eau de temps en temps, complétez, au besoin, le poids de 225 grammes ; ajoutez : Alun en poudre, 4 grammes ; faites bouillir de nouveau 2 ou 3 minutes et passez sur un linge fin. Cet encollage ne se conserve pas longtemps ; il ne doit être préparé qu'au fur et à mesure du besoin.

(2) Le bain d'albumine simple se prépare en battant des blancs d'œufs en neige pendant une heure, laissant reposer 24 heures à la cave et passant sur un linge fin le liquide que la mousse surnage.

CHAPITRE VII

DE LA GRAVURE CHIMIQUE

ET DE LA PHOTOGRAPHIE AU CHARBON

§ 35. — Procédés de MM. Salmon et Garnier.

Deux méthodes sont encore suivies pour exécuter une gravure sur planche de cuivre ou d'acier. Dans la première, appelée gravure en taille-douce, l'artiste dessine directement, au burin, sur le métal, le sujet qu'il veut reproduire, et il ne reste plus, pour obtenir l'épreuve, qu'à passer l'encre d'imprimerie sur les sillons tracés.

Dans la seconde méthode, on commence par recouvrir la planche d'un vernis noir sur lequel on décalque le dessin en rouge. Le graveur enlève avec une pointe mousse le vernis en suivant exactement les traits décalqués, puis il fait mordre à l'acide nitrique la surface métallique mise à découvert, et

cela avec une énergie proportionnée à l'intensité du ton qu'il veut obtenir. Lorsque l'acide a suffisamment agi, il lave à grande eau, enlève le vernis avec de l'essence de térébenthine et passe à l'encre lithographique. On a deviné que ce genre de gravure est celui qui a reçu le nom de gravure à l'eau forte.

L'une et l'autre méthode demandent beaucoup d'habileté et un temps considérable.

Il y a, de plus, toujours à craindre que quel que soit le talent de l'artiste, la longueur et la nature même de son travail n'entraînent une certaine dureté dans l'exécution et ne nuisent à l'exactitude de la reproduction. Avec les procédés de MM. Garnier et Salmon de pareils écueils ne sont pas à craindre, c'est le dessin lui-même qui, une fois reporté sur la planche à tirer les épreuves, subit une modification chimique qui lui permet de retenir l'encre d'imprimerie et de se multiplier à l'infini. Tantôt cette reproduction est obtenue en relief, tantôt en creux.

GRAVURE CHIMIQUE EN RELIEF.

Tout le monde connaît ces carnets anglais sur le papier desquels on peut écrire et dessiner avec un crayon métallique (zinc ou plomb), tout aussi facilement qu'avec la mine de plomb sur le papier ordi-

naire. Dans la gravure chimique en relief, c'est sur un papier anglais et avec un crayon en zinc qu'il faut tracer le sujet à reproduire. Ce dessin est exposé aux vapeurs d'iode comme une plaque daguerrienne jusqu'à ce que les traits du dessin aient perdu leur miroitement métallique et aient pris une teinte jaune orangé due à la formation d'un iodure de zinc suriodé.

Cette image ainsi surchargée d'iode est rapidement appliquée sur une plaque de zinc décapé, puis fortement comprimée au moyen d'une presse à copier. L'iodure de zinc du dessin abandonne son excès d'iode à la plaque métallique sur laquelle se dépose une nouvelle empreinte, fidèle reproduction de la première image.

A la surface de ce dessin reporté sur zinc, on verse de l'encre d'imprimerie délayée dans de l'eau de savon, absolument comme on verse du collodion sur une glace, puis on lave à grande eau. Partout où le métal est resté à nu, le courant d'eau balaye l'encre, mais il n'en est pas de même pour les traits de l'image iodée sur lesquels l'encre grasse s'est parfaitement fixée. On laisse un peu sécher et on obtient ainsi une planche avec laquelle on peut tirer des épreuves sur papier absolument comme avec une pierre lithographique. Bien entendu, que quand par

le fait du tirage, les reports s'affaiblissent, on renforce le cliché en passant de temps en temps sur la planche un rouleau chargé d'encre d'imprimerie. On peut même augmenter le relief des traits en plongeant la plaque métallique dans un bain d'acide sulfurique très-étendu qui respecte l'empreinte grasse de l'image et n'attaque que le zinc laissé à découvert.

DEUXIÈME MANIÈRE : GRAVURE CHIMIQUE EN CREUX.

On décalque sur plaque de cuivre jaune un dessin iodé absolument comme dans le procédé précédent ; il n'y a donc que le métal de la planche qui soit changé. Avec un tampon de coton on promène légèrement du mercure métallique sur l'image iodée : le mercure se dépose seulement sur le trait, et si maintenant on passe sur une pareille planche le rouleau d'encre grasse, on verra noircir toutes les parties du dessin respectées par le mercure. Si on tirait une épreuve, elle aurait tous les caractères d'une épreuve photographique négative, puisque les blancs du dessin viendraient en noir et les noirs en blanc. Il s'agit donc de produire sur la planche, avant le tirage, l'effet inverse. Pour cela, on plonge la planche dans un bain d'acide nitrique très-étendu, et aussitôt toutes les parties restées métalliques sont attaquées et creusées. Or ces parties restées métalliques ne sont autre

chose que les traits du dessin d'abord iodés, puis ensuite amalgamés; ces traits se creusant sous l'influence de l'acide nitrique forment une véritable gravure sur cuivre dont il ne reste plus qu'à tirer des épreuves par les procédés ordinaires. Bien entendu qu'avant ce tirage il faudra enlever avec de l'essence de térébenthine l'encre grasse restée sur les blancs du dessin et ayant jusque-là servi de vernis protecteur contre l'action chimique du mercure et de l'acide nitrique.

Par extension, MM. Salmon et Garnier ont eu l'heureuse idée de chercher à protéger les planches des gravures ordinaires, et ils y sont parvenus en les recouvrant, par la voie de la pile, non pas d'une couche de cuivre, mais simplement d'un voile de fer métallique. C'est un procédé auquel les inventeurs ont donné le nom d'aciérage des planches gravées en cuivre. Ce vernis métallique protége le travail du graveur et subit seul l'usure qu'entraîne le tirage. Comme il peut être renouvelé autant qu'il en est besoin, les dernières épreuves sont aussi satisfaisantes que les premières, et, dans un avenir prochain, on ignorera la valeur de ces mots : Gravure avant la lettre. A ceux qui pourraient nous accuser de nous faire illusion, nous pourrons nous contenter de dire qu'on n'a pas craint de confier au bain d'aciérage les planches des Henriquel-Dupont, Mercury, Calamatta, Alexandre Jazet,

Beaugrand, etc. Non contents de ces perfectionnements aux anciens procédés de la gravure, MM. Salmon et Garnier ont voulu vaincre la photographie sur son propre terrain, et voici comment ils y sont parvenus.

§ 36. — De la photographie au charbon.

L'observation directe avait appris à MM. Salmon et Garnier qu'une solution de citrate de fer étendue sur quelque surface que ce soit (glace, papier, métal, etc.) y formait un vernis fort hygrométrique tant qu'il restait à l'obscurité et rapidement siccatif dès qu'il était exposé quelque temps à la lumière. Sans s'inquiéter de savoir quelle était la réaction chimique qui s'accomplissait sous l'influence des rayons solaires, MM. Salmon et Garnier virent dans ce fait si simple et si net, une arme suffisante pour battre en brèche les manipulations photographiques servant à la production des épreuves positives par application. Nous voudrions pouvoir décrire minutieusement le tirage des positifs en charbon, mais nous devons nous contenter de le faire connaître d'une manière générale, MM. Salmon et Garnier ayant fait breveter leurs procédés.

On commence donc par préparer à l'abri de la lu-

mière la solution de citrate de fer et on la filtre au papier Prat. Supposons maintenant qu'on veuille obtenir une épreuve positive sur verre, on étendra sur une glace parfaitement nettoyée la liqueur sensible, à la manière du collodion, et on fera sécher sur un feu doux en imprimant à la plaque un mouvement de rotation continue absolument comme pour l'albuminage photographique. On applique sur cette glace une épreuve positive préparée à l'albumine ou au collodion sec et on fixe le tout dans un châssis-presse qu'on peut dès lors exposer à la lumière pendant un espace de temps variant de 1 à 10 minutes. Les rayons solaires passent librement à travers les parties transparentes de l'image servant de cliché et dessèchent en ces endroits le vernis au citrate de fer : au contraire, sous les parties noires, ce vernis est protégé contre toute atteinte et conserve intégralement sa vertu hygrométrique. Les demi-teintes subissent, on le comprend sans peine, une action intermédiaire entre les précédentes.

Quoi qu'il en soit, lorsque le temps de l'exposition à la lumière est suffisamment prolongé, et c'est l'expérience seule qui peut l'indiquer, on reporte le châssis dans la chambre obscure, on sèche de nouveau et très-légèrement le côté de la glace préparé au citrate de fer et on promène sur sa surface un pinceau

de blaireau trempé dans de la poudre de charbon parfaitement sèche. Cette fine poussière s'attache mécaniquement à toutes les parties restées humides et comme son adhérence est d'autant plus forte que l'action siccative de la lumière a été plus vive, il en résulte que les noirs de ce nouveau dessin correspondent aux noirs du cliché, c'est-à-dire aux parties que la lumière n'a pu traverser. Partout, au contraire, où les rayons solaires auront pu agir librement la surface sera desséchée et il sera impossible d'y faire tenir la plus petite parcelle de charbon. Dans les demi-teintes il se produira un effet tenant le milieu entre ceux des ombres et ceux des blancs. En un mot, l'image-cliché sera reproduite exactement telle qu'elle aura été donnée, et cela autant de fois qu'on le voudra. Pour lui imprimer toute la fixité désirable il suffira de la laver à l'alcool et de la vernir. On obtiendra ainsi des épreuves positives par transparence pouvant rivaliser avec les épreuves sur albumine les plus satisfaisantes.

On conçoit quel avenir est réservé à cette méthode, si on réfléchit qu'on peut reproduire de la même manière toute espèce de dessins, de gravures ou de lithographies sur papier, à la seule condition de les rendre transparentes par un vernis ou bien de prolonger suffisamment le temps d'exposition à la lumière.

Ce n'est pas tout : n'importe quelle poudre peut remplacer le charbon, pourvu qu'elle soit insoluble dans l'eau et parfaitement sèche. On pourra donc produire des dessins de couleurs différentes ou bien se servir de poudre d'émail pour obtenir des épreuves sur verre qui, passées au feu d'un four à porcelaines, deviendront de véritables vitraux. Si, au lieu d'exécuter sur verre un dessin en poudre d'émail, on l'applique sur biscuit de porcelaine, il sera également facile de le fixer par le feu.

De même qu'on obtient des épreuves sur verre, de même on peut avoir des positifs au charbon sur papier. Il suffit pour cela d'enduire la surface du papier d'un vernis imperméable : on aura ainsi des photographies indestructibles, puisque les sels d'argent et l'hyposulfite de soude n'auront pris aucune part à leur formation. La figure 19, qui représente la vue du tombeau du sultan Mahmoud à Constantinople, a été obtenue de cette manière dans les ateliers de MM. Salmon et Garnier. Quand le premier essai d'un procédé véritablement original donne un résultat aussi satisfaisant, son avenir est assuré.

§ 37. — Conversion d'une photographie en gravure.

Supposons qu'on ait en main une photographie obtenue sur verre ou sur papier et qu'il s'agisse de la

transporter sur métal pour obtenir une gravure chimique en relief ou en creux : rien ne sera plus facile, d'après ce qui vient d'être dit, et on aura résolu en quelques minutes ce curieux problème de saisir la nature sur le fait par la voie de la photographie et de multiplier à l'infini les épreuves par la voie de la gravure.

Imaginons, par exemple, qu'un photographe ait été assez habile pour obtenir sur verre une image très-nette d'un cavalier lancé au galop de son cheval ou d'un vaisseau filant toutes voiles déployées, et qu'il s'agisse de transporter cette image sur une planche métallique. On appliquera cette épreuve sur une feuille de papier préparée au citrate de fer et on exposera le tout, pendant environ 10 minutes, à l'action de la lumière solaire. Ce temps écoulé, on retourne dans la chambre noire, on enlève la photographie et on passe très-légèrement l'haleine sur la feuille préparée. Au lieu de produire l'image avec de la poudre de charbon, on promène à la surface du papier un pinceau trempé dans du zinc ou du fer finement porphyrisé et on voit bientôt se produire, dans tous ses détails, la photographie ayant servi de cliché. On expose aux vapeurs d'iode l'image métallique obtenue de cette manière et on la transporte sur métal ainsi qu'il a été dit plus haut. Ce transport une fois



effectué, on rentre dans le procédé de la gravure en relief ou en creux, et, après avoir obtenu, par l'une ou l'autre méthode, un cliché métallique, on tire par les procédés ordinaires de la lithographie autant d'épreuves qu'on le désire.

Les ingénieux procédés de MM. Salmon et Garnier sont destinés à opérer une véritable révolution dans le domaine de la photographie, de la gravure et des arts céramiques. Espérons que ces habiles inventeurs réussiront à en faire, comme ils se le proposent, l'application sur une grande échelle.

DEUXIÈME PARTIE

PRODUITS CHIMIQUES

EMPLOYÉS DANS LES MANIPULATIONS PHOTOGRAPHIQUES

ACIDE ACÉTIQUE CRISTALLISABLE.

Équivalent : $C^4H^3O^3,HO = 60$.

§ 38.

L'acide acétique cristallisable est solide aux basses températures ; il fond à + 16° c., son odeur est vive, agréable et pénétrante. Il bout à + 120° c., et sa densité est 2,09. A la température de 18° c., c'est-à-dire à l'état liquide, l'acide acétique monohydraté $C^4H^3O^3,HO$ a une densité = 1,063. C'est un acide énergique et caustique, se mêlant à l'eau et à l'alcool en toutes proportions, et formant avec les bases une série nombreuse de sels tous solubles dans l'eau et décomposables par la chaleur.

Tout l'acide acétique cristallisable du commerce

est préparé avec le produit brut de la distillation du bois. Cette distillation donne des produits très-complexes, au nombre desquels on distingue principalement l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, plusieurs hydrocarbures, de l'eau fortement chargée d'acide acétique, et enfin de l'alcool méthylique et des produits goudronneux. La dissolution d'acide acétique impur porte, dans les arts, le nom d'acide pyroligneux. Pour en retirer l'acide pur et cristallisable, voici quelle est la marche à suivre : On sature l'acide pyroligneux par la craie, et on obtient ainsi du pyrolignite de chaux, qu'on traite par une solution de sulfate de soude ; il en résulte du sulfate de chaux qui se précipite, et du pyrolignite de soude qui reste dans la liqueur. On évapore la dissolution jusqu'à siccité dans une chaudière de fonte, et on grille le résidu à une température d'environ 250° c., jusqu'à ce que toute la partie goudronneuse soit carbonisée. Le pyrolignite de soude est ainsi transformé en acétate de soude, qu'il ne reste plus qu'à décomposer dans un appareil distillatoire par quatre fois son poids d'acide sulfurique concentré pour obtenir de l'acide acétique pur de toute matière empyreumatique. Le premier tiers qui passe à la distillation est mis de côté comme retenant trop d'eau; mais les deux autres tiers se composent d'acide acétique très-concen-

tré, ayant seulement entraîné un peu d'acide sulfurique. Pour l'en débarrasser, on le distille de nouveau sur de l'acétate de soude anhydre. L'acide acétique n'est pas encore à son maximum de concentration : on l'expose à l'action d'un mélange réfrigérant (glace pilée, 2 parties ; sel marin, 1 partie) ; l'acide monohydraté cristallise seul, et on décante la partie restée liquide. Les cristaux liquéfiés de nouveau constituent un acide acétique ne retenant plus que quelques millièmes d'eau non chimiquement combinée.

Caractères de l'acide acétique pur. — Il bout à 120° c. ; évaporé dans une capsule de porcelaine ou de platine, il ne laisse aucun résidu. Étendu d'eau, il ne doit précipiter ni par le chlorure de baryum, ni par le nitrate d'argent, signes certains qu'il ne retient ni acide sulfurique ni acide chlorhydrique. Quelquefois il renferme de l'acide sulfureux : on s'en aperçoit en le faisant bouillir avec quelques gouttes d'acide nitrique et voyant si ensuite il précipite par le chlorure de baryum.

ACIDE GALLIQUE.

Équivalent : $C^7H^3O^5,HO = 94$.

§ 39.

L'acide gallique cristallise en longues aiguilles

prismatiques, quelquefois parfaitement blanches, le plus ordinairement un peu jaunâtres.

Il exige, pour se dissoudre, 100 parties d'eau froide et 3 parties d'eau bouillante; l'alcool le dissout, à froid, en forte proportion ; l'éther le dissout aussi, mais en bien moindre quantité. Par la distillation sèche l'acide gallique donne de l'acide pyrogallique, qui se sublime en paillettes blanches, et de l'acide métagallique, qui reste en résidu. Les dissolutions d'acide gallique ne précipitent pas la gélatine comme le fait le tannin ; elles colorent en bleu foncé les sels de sesqui-oxyde de fer, et réduisent à l'état métallique les sels d'or et d'argent, surtout sous l'influence de la lumière. Les dissolutions alcoolique ou éthérée d'acide gallique se conservent indéfiniment sans altération ; il n'en est pas de même de la solution aqueuse qui brunit rapidement au contact de l'air et se couvre de moisissures. Si, une fois que ces moisissures se sont produites, on fait bouillir la solution aqueuse et qu'on filtre, il n'y aura plus de décomposition.

Préparation. — Il existe dans la noix de galle une substance incristallisable fortement astringente : le tannin, et un ferment particulier : la pectase. Sous l'influence d'une température de 25 à 30° c. et de l'humidité, la pectase transforme le tannin en acide gallique, sans dégagement de gaz et par une simple transposition

moléculaire, absolument comme, dans la première phase de la fermentation alcoolique, le ferment de bière transforme le sucre de canne en sucre de raisin.

Pour préparer l'acide gallique, on mélange dans un bocal à large ouverture : 1 kilo de noix de galle grossièrement concassée avec 2 kilogr. d'eau, et on laisse la fermentation s'accomplir, soit à la température ordinaire, ce qui demande beaucoup de temps, soit dans une étuve chauffée à 25 ou 30° c. De temps en temps, on prend une petite partie du magma contenu dans le bocal, on l'étend d'eau et on filtre : si la liqueur filtrée précipite par la gélatine, c'est qu'il reste encore du tannin à convertir en acide gallique ; si, au contraire, il n'y a pas de précipitation, c'est que la métamorphose est complète. On délaye alors le magma dans 10 fois son poids d'eau, et on fait bouillir le tout dans une bassine d'argent, ou, à son défaut, dans une bassine de cuivre étamé. On passe sur un coutil, on exprime fortement le résidu et on évapore jusqu'à ce que le liquide ne pèse plus que 3 kilos. Par le refroidissement, l'acide gallique cristallise. Comme il est encore très-coloré, on le lave légèrement avec de l'eau très-froide, on l'additionne d'environ le dixième de son poids de charbon animal, on le dissout de nouveau dans l'eau bouillante, et on laisse refroidir lentement pour faci-

liter la décoloration. Enfin, on chauffe de nouveau, et on filtre sur une toile ou sur du papier Prat. Comme la moindre trace de sel de fer colore en noir l'acide gallique, il faut non-seulement ne faire usage, pour le décolorer, que de charbon animal parfaitement lessivé à l'acide chlorhydrique, mais encore laver les linges et les papiers à filtres servant à passer les décoctions, avec de l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou sulfurique.

L'acide gallique préparé par la méthode précédente est légèrement jaunâtre, mais d'une pureté plus que suffisante pour les besoins de la photographie. Si l'on voulait l'avoir complétement blanc, il faudrait le faire cristalliser à cinq ou six reprises différentes, dans de l'eau distillée additionnée de 2 à 3 °/₀ d'acide sulfurique pur, décanter à chaque fois les eaux-mères, ne jamais filtrer les solutions et n'opérer que dans des capsules de porcelaine ou d'argent.

Caractères de l'acide gallique pur. — Aiguilles prismatiques blanches ou légèrement jaunâtres, solubles dans 3 parties d'eau bouillante et se colorant en rouge lorsqu'on les dissout dans l'acide sulfurique bouillant. L'acide gallique précipite en bleu noir les sels de fer et ne précipite pas les solutions de gélatine.

ACIDE NITRIQUE.

Équivalent : $AzO^5,HO = 63$.

§ 40.

L'acide nitrique ou azotique existe sous deux états d'hydratation exactement déterminés.

1° L'acide nitrique monohydraté : AzO^5,HO, bouillant à 86° c., et contenant 14 % d'eau : c'est un liquide incolore dont la densité est de 1,522, et qui marque 52° au pèse-acide. Il est promptement altéré sous l'influence de la lumière qui le dédouble, en partie, en oxygène et en acide hypo-azotique. Comme ce dernier est fortement coloré en rouge, il en résulte que l'acide nitrique monohydraté est très-difficile à conserver blanc.

2° L'acide nitrique à 4 équivalents d'eau : $AzO^5,4HO$, bouillant à 123° c., contenant 40 % d'eau et ayant une densité = 1,42 ; il marque 42° au pèse-acide et est beaucoup plus stable que le précédent ; c'est à peine s'il se colore à la lumière, et il distille depuis la première goutte jusqu'à la dernière, sans se décomposer.

Ces acides ne sont employés que dans les laboratoires de chimie : ceux qu'on trouve dans le commerce ne marquent que 36 et 40° au pèse-acide. Pour la préparation des réductifs au sulfate de fer, des

bains d'argent et du nitrate d'argent lui-même, l'acide nitrique à 36° est d'une concentration bien suffisante : il faut seulement s'assurer qu'il ne contient ni acide chlorhydrique ni acide sulfurique.

On obtient l'acide nitrique en grand par la réaction de l'acide sulfurique sur le nitrate de potasse ou le nitrate de soude. Il se forme du sulfate de potasse ou de soude, et l'acide nitrique distille.

Caractères de l'acide nitrique pur. — Volatil sans résidu, incolore ou très-faiblement coloré en jaune : étendu d'eau, il ne donne aucun précipité avec le chlorure de baryum ou le nitrate d'argent. S'il contenait des traces d'acides sulfurique ou chlorhydrique, il y aurait, dans le premier cas, un précipité blanc de chlorure d'argent, et dans le second un précipité également blanc de sulfate de baryte.

ACIDE PYROGALLIQUE.

Équivalent : $C^6H^3O^3 = 63$.

§ 41.

Lorsqu'on chauffe à une température de 180 à 185° c. de l'acide gallique ou du tannin parfaitement secs, on obtient un beau sublimé de paillettes blanches, qui ne sont autre chose que de l'acide pyrogallique, dont la production est toujours accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique.

L'acide pyrogallique est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ; il est fusible à 125° c., et se volatilise vers 210° c. ; à 250° c., il se décompose en eau et acide métagallique ; c'est un des réductifs les plus énergiques ; il colore en bleu foncé les sels de protoxyde de fer, et en rouge les sels de sesqui-oxyde de fer ; dissous dans une eau faiblement alcaline, il attire l'oxygène de l'air avec une grande rapidité.

On prépare l'acide pyrogallique en chauffant au bain de sable et à une température ne dépassant pas 200 à 215° c. des terrines contenant de l'extrait aqueux et parfaitement sec de noix de galle : ces terrines sont surmontées de grands cônes en carton, garnies intérieurement de fils de lin librement suspendus par une de leurs extrémités. La base de ces cônes est collée au moyen de bandelettes de papier sur le rebord des terrines, et le sommet est percé d'une petite ouverture pour faciliter le dégagement de l'air.

Caractères de l'acide pyrogallique pur. — Écailles blanches volatiles, sans résidu sensible, à 210° c., colorant en bleu noir les sels de protoxyde, et en rouge terne les sels de sesqui-oxyde de fer. Une solution aqueuse d'acide pyrogallique ne rougit pas la teinture de tournesol ; elle noircit peu à peu au contact de l'air, et laisse déposer une poudre brune ; versée goutte à goutte sur du lait de chaux, elle forme des taches

d'une belle couleur pourpre, qui passent rapidement au brun.

ACIDE SULFURIQUE.

Équivalent : $SO^3,HO = 49$.

§ **42.**

L'acide sulfurique est un des acides minéraux les plus énergiques ; il rougit fortement la teinture de tournesol et déplace la plupart des acides de leurs combinaisons salines.

L'acide sulfurique concentré est liquide, d'une consistance oléagineuse et d'une densité = 1,843 à + 15° c. Il bout à 325° c., et se congèle à — 35° c. Il est très-avide d'humidité et carbonise la plupart des matières organiques, surtout celles qui ne sont formées que de carbone, hydrogène et oxygène. La présence de l'acide sulfurique détermine la formation de l'eau entre une partie de l'hydrogène et de l'oxygène, et il reste une substance d'un brun noir contenant tout le carbone et le reste de l'hydrogène et de l'oxygène non absorbés; aussi, faut-il bien se garder de boucher avec du liége les flacons contenant de l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique concentré se mêle à l'eau en toutes proportions, en dégageant une chaleur considérable. Lorsqu'on veut opérer ce mélange, il faut agir avec précaution et faire écouler avec soin

l'acide en petit filet dans l'eau, tout en agitant continuellement; si, au contraire, on versait brusquement une petite quantité d'eau dans un excès d'acide sulfurique, il se produirait une chaleur assez forte pour dégager instantanément de la vapeur d'eau et projeter l'acide au dehors du vase.

Dans les arts on prépare l'acide sulfurique dans de grandes chambres de plomb, où l'on fait arriver à la fois des vapeurs d'eau, d'acide sulfureux et d'acide nitrique. L'acide sulfurique ainsi obtenu n'a qu'une densité de 1,35 environ : on le concentre dans des chaudières de plomb jusqu'à ce que son point d'ébullition arrive à 200° c., et sa densité à 1,75, et on achève de concentrer au degré convenable, par une simple distillation, dans une grande cornue de platine.

Caractères de l'acide sulfurique pur. — Blanc et transparent comme de l'eau, volatil sans résidu sur une lame de platine, et précipitable intégralement par le chlorure de baryum : mélangé avec des cristaux de sulfate de fer, il doit seulement les blanchir et ne pas se colorer lui-même; dans le cas où il retiendrait des produits nitreux, le sulfate de fer se colorerait en brun violacé. L'acide sulfurique pur étendu d'eau, ne doit nullement troubler une solution de nitrate d'argent; s'il y avait la moindre trace de chlore ou d'acide chlorhydrique, il y aurait un préci-

pité de chlorure d'argent, insoluble dans les acides sulfurique et nitrique, soluble dans l'ammoniaque.

ACIDE TANNIQUE OU TANNIN.

Équivalent : $C^{18}H^{8}O^{12} = 212$.

§ 43.

L'acide tannique ou tannin est une matière incristallisable, spongieuse et légère, ordinairement jaunâtre et quelquefois presque blanche, qu'on retire, à l'état de pureté, de la noix de galle.

Le tannin est très-soluble dans l'eau et l'alcool, et fort peu dans l'éther : il précipite complétement de leurs dissolutions la gélatine, les alcaloïdes et les substances albuminoïdes. Les membranes animales et la peau, plongées dans une solution aqueuse de tannin, absorbent peu à peu cette substance et se transforment en cuir. Le tannin forme, avec les sels de sesqui-oxyde de fer, un précipité bleu noir, qui n'est autre chose que notre encre à écrire.

Pour préparer le tannin, on réduit la noix de galle en poudre, et on l'épuise par l'éther à 56° du commerce, dans un appareil à déplacement composé d'une carafe, que surmonte une allonge fermée elle-même par un bouchon à l'émeri. On enlève l'allonge, on en bouche l'extrémité par un tampon de coton, et on tasse légèrement par-dessus la poudre de noix de

galle. On remet l'allonge en place, on verse assez d'éther pour humecter toute la poudre, et on ferme l'appareil avec le bouchon à l'émeri. Une heure après, on déplace par de nouvel éther les premières couches versées, et on continue ainsi tant que la liqueur qui s'écoule dans la carafe est sirupeuse et fortement colorée, après quoi on laisse reposer 24 heures. Le liquide éthéré se sépare en deux couches : la couche inférieure est d'une consistance sirupeuse et d'une couleur ambrée : c'est une dissolution aqueuse et concentrée de tannin; la couche supérieure est de l'éther contenant un peu de tannin, de matières grasses, d'acide gallique et de matière colorante. On décante doucement dans un entonnoir dont on tient le bec fermé avec le doigt, et on fait écouler dans une capsule la solution de tannin. Par une simple exposition à l'air libre pendant un ou deux jours l'éther s'évapore en presque totalité; on étend au pinceau, sur des assiettes, le liquide restant, et on fait sécher à l'étuve. Le tannin se dessèche en se boursouflant considérablement; on le détache avec un couteau en corne, et on le tasse dans des bocaux bien secs.

Il peut paraître singulier que le tannin étant soluble dans l'eau, on se serve d'éther pour sa préparation; en voici la raison : l'éther à 56° du commerce contient une forte proportion d'alcool et d'eau; lors-

qu'on opère la lixiviation de la noix de galle avec un pareil mélange, le tannin s'empare de l'eau et de l'alcool, dans lesquels il est très-soluble, et l'éther, agissant comme un piston, déplace peu à peu devant lui la solution tannique.

Caractères du tannin pur. — Très-soluble dans l'alcool et dans l'eau, presque insoluble dans l'éther, donne, à la distillation sèche, des flocons blancs d'acide pyrogallique, précipite intégralement une solution d'alcaloïde ou de gélatine, donne un précipité bleu noir avec les sels de sesqui-oxyde de fer.

ALCOOL.

Équivalent : $C^4H^6O^2 = 46$.

§ 44.

Toute dissolution sucrée, mélangée de levûre de bière et abandonnée à elle-même à une température de 25 à 30° c., ne tarde pas à entrer en fermentation et à se transformer en alcool et acide carbonique. Le même phénomène de fermentation se produit spontanément dans le jus sucré d'un grand nombre de fruits (raisins, groseilles, pommes, etc., etc.), ou de tiges, de racines (betteraves, sorgho, asphodèle, etc.). Toutes les substances amylacées, converties en sucre par la diastase ou l'acide sulfurique, donnent égale-

ment de l'alcool par le ferment de bière. De là viennent les dénominations d'alcools de vin, de betteraves, de fécule, de grains, de riz, etc., etc., indiquant leur origine. L'alcool, suivant son mode de préparation, retient des proportions variables d'eau qu'il est important de spécifier. On trouve dans le commerce : 1° l'alcool marquant 22° à l'aréomètre de Baumé, et 56° à l'aréomètre centésimal de Gay-Lussac, c'est-à-dire contenant 56 p. 100 d'alcool réel ;

2° L'alcool à 36° Baumé (86° c. G. L.) ;

3° L'alcool à 40° Baumé (92° c. G. L.).

Les liqueurs fermentées, soumises à la distillation, laissent volatiliser dans le premier tiers du produit tout l'alcool qu'elles contiennent, mais le degré du liquide distillé est excessivement faible. En le soumettant à de nouvelles distillations méthodiquement conduites, on obtient successivement les alcools à 22° et à 36° Baumé, mais il est difficile d'aller au delà. Pour enlever les dernières portions d'eau, il faut avoir recours aux agents chimiques. Voici le meilleur procédé à suivre :

Préparation de l'alcool à 40° et de l'alcool absolu. — On commence par préparer du chlorure de calcium desséché. Pour cela, on éteint avec la plus petite quantité d'eau possible, 5 ou 6 kilos de chaux vive ; quand elle est complétement délitée, on la délaye

dans 10 kilos d'eau, et on sature peu à peu par une quantité suffisante d'acide chlorhydrique du commerce. La solution de chlorure de calcium ainsi obtenue est évaporée à siccité, puis fortement desséchée dans une bassine de fonte. La masse saline est promptement concassée et introduite dans des vases de grès hermétiquement bouchés.

On mêle 10 kilos d'alcool à 36° Baumé avec 3 kilos de chlorure de calcium, et on laisse le tout en contact pendant 24 heures, après quoi on distille au bain-marie. Tout le temps que l'opération marche, l'alcool qui passe à la distillation marque au moins 40° Baumé; on en obtient environ 8 kilos. Quand l'alcool ne coule plus que goutte à goutte, on enlève le feu, on démonte l'alambic et on ajoute 3 kilos d'eau au résidu resté dans le bain-marie. Le chapiteau étant remis en place, on distille de nouveau et on obtient encore de 500 à 530 grammes d'alcool; seulement, il ne marque plus que 36° Baumé. La théorie de ce procédé est bien simple : les 3 kilos de chlorure de calcium se combinent chimiquement à 2 kilos d'alcool à 36°, et ne font que retirer mécaniquement l'eau des 8 autres kilos. Lors donc qu'on applique l'action de la chaleur à ce mélange d'alcool desséché et d'alcoolate de chlorure de calcium, l'alcool libre distille seul, mais la combinaison chloro-

calcique ne se dédouble pas. Si l'on ajoute de l'eau et qu'on chauffe de nouveau, le chlorure de calcium se dissout, et l'alcool ainsi séparé passe à la distillation.

En distillant deux ou trois fois sur du chlorure de calcium desséché de l'alcool à 40°, on finit par obtenir un alcool marquant 46 ou 47° Baumé et 98 à 100° c. G. L. C'est ce qu'on appelle l'*alcool absolu*, c'est-à-dire ne contenant pas la plus petite trace d'eau. Il n'est pas nécessaire, pour les besoins de la photographie, de pousser aussi loin la déshydratation de l'alcool.

Les photographes ne doivent faire usage que d'alcool de vin ou de fécule parfaitement rectifié marquant 36° ou 40° Baumé.

On reconnaît que l'alcool est complétement privé de matières empyreumatiques en en versant quelques gouttes entre les mains et frottant vivement : s'il est pur, il ne laissera aucune odeur. Dans le cas contraire, il faudrait l'additionner de 10 p. 100 d'huile blanche et le rectifier par une simple distillation au bain-marie.

Caractères de l'alcool pur et absolu. — Volatil sans résidu, bouillant à 78° c. sous la pression de $0^m,76$, — d'une densité de 0,815 à 0° c. et ne se solidifiant même pas par un froid de — 90° c.

AMMONIAQUE.

Équivalent : $AzH^3 = 17$.

§ 45.

L'ammoniaque est un gaz incolore, d'une odeur vive et pénétrante, d'une densité = 0,597 et qui est uniquement formé d'azote et d'hydrogène. Le gaz ammoniac est très-soluble dans l'eau qui en absorbe au moins 500 fois son volume : — il est également soluble dans l'alcool et dans l'éther. La dissolution aqueuse d'ammoniaque ou plus simplement l'ammoniaque liquide ramène au bleu la teinture de tournesol rougie par un acide et sert journellement, dans les laboratoires, pour neutraliser les acides.

On prépare le gaz ammoniac en chauffant dans une cornue de grès un mélange de 1 partie de sel ammoniac avec 2 parties de chaux éteinte. En recevant le gaz dans une série de flacons contenant de l'eau distillée on obtient l'ammoniaque liquide.

L'ammoniaque liquide du commerce contient des matières empyreumatiques et une notable proportion d'acides sulfhydrique et chlorhydrique. On peut la purifier en y ajoutant 2 ou 3 p. 100 de potasse caustique dissoute dans son poids d'eau et distillant à une douce chaleur. On reçoit le gaz dégagé dans un flacon d'eau distillée, entouré de glace. La potasse re-

tient les acides, et les matières empyreumatiques, n'étant soumises qu'à une faible chaleur, ne passent pas à la distillation. — L'ammoniaque liquide ainsi obtenue doit marquer au moins 22° à l'aréomètre.

Caractères de l'ammoniaque liquide pure. — Volatile sans résidu par la chaleur : maintenue en ébullition jusqu'à ce que toute odeur ammoniacale disparaisse, elle laisse simplement pour résidu de l'eau n'ayant aucune odeur empyreumatique. Saturée par l'acide nitrique pur, elle ne doit pas précipiter par le nitrate d'argent (preuve certaine qu'elle ne contient pas d'acide chlorhydrique); sursaturée par l'acide sulfurique et légèrement chauffée, elle ne répand aucune odeur d'œufs pourris, c'est-à-dire d'hydrogène sulfuré, ni de produit pyrogéné provenant de la préparation du gaz d'éclairage. — L'ammoniaque provenant de la destruction des matières animales par le feu ou de la distillation sèche de la houille et non purifiée, laisse toujours deviner son origine une fois qu'elle est saturée par un acide.

ARGENT VIERGE.

Équivalent : Ag = 108.

§ 46.

L'argent se distingue des autres métaux par sa

couleur d'un blanc éclatant: presque aussi malléable que l'or, il peut être réduit par le battage en feuilles très-minces ou étiré à la filière en fils d'une grande finesse.

Sa densité est de 10,5. L'argent ne s'oxyde pas à la chaleur rouge, au contact des alcalis caustiques ou des azotates alcalins, mais il est fortement attaqué par les silicates de potasse ou de soude. L'acide chlorhydrique est presque sans action, à froid ou à chaud, sur l'argent : l'acide sulfurique étendu ne le dissout ni à chaud ni à froid, mais l'acide sulfurique concentré et bouillant le convertit rapidement en sulfate d'argent. L'acide azotique attaque vivement l'argent même à la température ordinaire, avec dégagement de bi-oxyde d'azote bientôt converti en acide hypo-azotique. Une lame d'argent noircit au contact de l'hydrogène sulfuré ; le chlore, le brôme et l'iode l'attaquent également à froid.

Il existe dans le commerce deux espèces d'argent vierge : l'argent à $\frac{1000}{1000}$ des marchands d'or et d'argent (1), le seul dont les photographes aient besoin et qui retient encore 0,001 ou 0,002 de cuivre et l'argent vierge des chimistes, lequel est absolument pur. Le premier provient des ateliers où s'exécute en

(1) Maison V[e] Lyon-Alemand et fils, 13, rue Montmorency.

grand l'affinage de l'argent, le second est obtenu dans les laboratoires où on le prépare en réduisant par l'hydrogène le chlorure d'argent.

Caractères de l'argent pur. — Entièrement soluble dans l'acide nitrique pur ; s'il retenait la plus petite trace de cuivre, le nitrate ainsi formé aurait une légère teinte bleue, surtout si après l'avoir sursaturé d'ammoniaque liquide on l'avait versé dans un petit tube de verre, à essai, de manière à former une colonne liquide de 6 à 8 centimètres de hauteur. En regardant cette solution au-dessus d'un papier blanc on jugerait parfaitement sa teinte. Enfin, l'argent pur, dissous dans l'acide nitrique ou dans l'acide sulfurique, est complétement précipité par l'acide chlorhydrique ou un chlorure soluble.

BENZINE.

Équivalent : $C^{12}H^{6} = 78$.

§ 47.

La benzine est un hydrocarbure liquide, bouillant à 86° c. et d'une densité = 0,85. A zéro, elle se prend en une masse cristalline qui se liquéfie de nouveau entre 6 et 7° c.; elle est soluble dans l'alcool et dans l'éther, mais insoluble dans l'eau. La benzine est vivement attaquée par le chlore et par le brôme ;

elle donne avec l'acide nitrique un produit fort curieux, la nitro-benzine connue dans les arts, sous les noms d'essence de Mirbane ou d'essence d'amandes amères artificielle.

La benzine pure se prépare en soumettant à la distillation sèche un mélange de 1 partie d'acide benzoïque avec 3 parties d'hydrate de chaux ou en faisant passer des vapeurs d'acide benzoïque dans un tube de porcelaine chauffé au rouge et rempli de fragments de pierre-ponce. — Pour les besoins des arts, il n'est pas nécessaire que la benzine soit aussi pure, on se contente d'employer celle qui provient des distillations fractionnées de l'huile de houille ou de l'huile de schistes.

Cette sorte de benzine est un mélange de divers hydrocarbures dont les points d'ébullition sont compris de 80 à 150° c. Connaître exactement la composition de ces hydrocarbures importe peu, lorsqu'on les destine à la fabrication des vernis ou à la dissolution des corps gras ; ce qui est essentiel, c'est que leur mélange, auquel on donne le nom de benzine, ne contienne pas de corps oxygénés et qu'il soit bien dépouillé de naphtaline ainsi que des matières goudronneuses contenues dans les produits bruts des premières distillations. — On y parvient en agitant, successivement et à plusieurs reprises, la benzine

brute avec une suffisante quantité d'acide sulfurique concentré et de solution saturée de potasse caustique, lavant à grande eau et distillant de manière à ce que la température maxima ne dépasse pas 150° c.

La benzine ainsi purifiée et parfaitement desséchée est blanche et transparente comme de l'eau ; elle ne se colore jamais à la lumière ; le potassium ou le sodium fraîchement distillés s'y conservent indéfiniment sans perdre leur brillant ; versée sur la main, elle s'évapore en quelques secondes sans laisser la moindre odeur ; enfin, elle n'altère en aucune façon les résines des vernis dans lesquels elle sert de dissolvant.

BRÔME.

Équivalent : Br = 80.

§ 48.

Le brôme est un corps simple, liquide à la température ordinaire et solidifiable par un froid de — 20° c. Il bout à 47° c. et sa densité est 2,97. La tension de sa vapeur est considérable ; quelques gouttes versées dans un verre de montre suffisent pour répandre dans tout un laboratoire une odeur insupportable. Le brôme a la plus grande analogie avec le chlore : comme lui, il détruit les matières organiques colorantes et exerce

sur les organes de la respiration une action irritante qui ne serait pas sans danger si elle était longtemps prolongée. L'alcool et l'éther se mêlent en toutes proportions au brôme, mais l'eau n'en dissout que quelques millièmes de son poids en se colorant légèrement en jaune brun. Dans les arts, on extrait le brôme des eaux-mères des salines où il existe principalement à l'état de bromure de sodium. — On peut le préparer en petit en chauffant au bain-marie, dans un appareil distillatoire en verre, un mélange de bromure de potassium ou de sodium (4 parties), de peroxyde de manganèse (1 partie), et d'acide sulfurique étendu de son poids d'eau (4 parties). Il se forme des sulfates de soude et de manganèse, qui restent en résidu dans la cornue, et il distille du brôme.

BROMHYDRATE D'AMMONIAQUE OU BROMURE D'AMMONIUM.

Équivalent : $BrH,AzH^3 = 98$.

§ 49.

Il existe la plus grande analogie entre le bromhydrate et le chlorhydrate d'ammoniaque; seulement le premier est beaucoup plus altérable. On obtient bien le bromhydrate d'ammoniaque à l'état d'aiguilles prismatiques, blanches, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais ces aiguilles ne tardent pas à s'altérer

et à rougir à l'air : le mieux est de le préparer à l'état de poudre cristalline bien desséchée.

Préparation.—On commence par préparer du bromure de fer; pour cela, on introduit dans une cornue de verre tubulée communiquant à un récipient : 150 grammes de limaille de fer et 1^k,500 d'eau distillée. Dans la tubulure de la cornue on engage un bouchon traversé par un tube à entonnoir et on a soin d'en faire plonger l'extrémité dans l'eau. On verse peu à peu, par ce tube, 300 grammes de brôme. La réaction est très-vive à chaque affusion de brôme et on attendra toujours qu'elle soit calmée pour en verser de nouvelles quantités; quand tout le brôme est versé, on chauffe légèrement jusqu'à ce que la liqueur soit décolorée, on filtre au papier Prat et on précipite le fer par une suffisante quantité de carbonate d'ammoniaque (il en faut environ 400 grammes) : il se forme du carbonate de fer qui est insoluble dans l'eau et du bromhydrate d'ammoniaque qui reste, au contraire, en dissolution.

La précipitation s'étant faite dans une capsule de porcelaine, on chauffe le tout quelques minutes, afin que le carbonate ferreux, qui est gélatineux, devienne pulvérulent et facile à laver : on filtre et on évapore complétement à siccité, au bain-marie, la liqueur filtrée. Le résidu de l'évaporation n'est autre chose

que du bromhydrate d'ammoniaque pulvérulent ou très-légèrement jaunâtre et qu'il est inutile de chercher à faire cristalliser.

Caractères du bromhydrate d'ammoniaque pur. — Volatil sans résidu, ne précipite ni par le cyanure jaune de potassium ni par l'hydrogène sulfuré, ce qui prouve qu'il ne contient pas de métaux étrangers. S'il contenait de l'iode, il donnerait des vapeurs violettes lorsqu'on le chaufferait, dans un petit tube à essai, avec un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, ou bien, dissous dans quelques gouttes d'eau acidulée par l'acide sulfurique, il bleuirait l'empois d'amidon.

BROMURE DE CADMIUM.

Équivalent : $BrCd = 136$.

§ 50.

Ce sel est remarquable par la beauté de ses cristaux qui se présentent sous forme de prismes ayant souvent 10 à 12 centimètres de long et 2 à 3 centimètres de large, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther.

On l'obtient en attaquant directement le cadmium par le brôme, dans une cornue de verre tubulée, absolument comme dans la préparation du bromure de fer devant servir à obtenir le bromhydrate

d'ammoniaque (§ 49, p. 132). Les proportions sont les suivantes :

Cadmium en grenaille ou en petits fragments...	200 gram.
Brôme..	100 —
Eau de fontaine..............................	1 kilogr.

Quand la réaction est terminée et que la liqueur est complétement décolorée, on filtre, on lave avec un peu d'eau l'excès de cadmium non attaqué et on évapore dans une capsule de porcelaine et sur un feu doux jusqu'à ce qu'il se forme à la surface du liquide une très-légère pellicule cristalline. On enlève la capsule du feu et on la porte dans une étuve chauffée à 40 ou 50° c. Le bromure de cadmium cristallise en beaux prismes transparents du jour au lendemain, si l'on a soin de laisser tomber peu à peu la température de l'étuve. On décante la partie liquide et on l'évapore à siccité pour la mêler plus tard à une autre préparation. Quant aux cristaux, on les laisse sécher à même la capsule, ou bien on les enferme dans plusieurs doubles de papier buvard jusqu'à leur complète dessiccation.

Caractères du bromure de cadmium pur. — Cristaux prismatiques d'un grand éclat, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, précipitant en beau jaune orangé par l'hydrogène sulfuré ou un sulfhydrate soluble. S'ils contenaient de l'iodure de cadmium, on s'en

apercevrait en en chauffant quelques centigrammes dans un petit tube à essai avec un léger excès d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse; aussitôt il se développerait de belles vapeurs violettes dues à la production de l'iode. Le seul métal étranger que le bromure de cadmium pourrait contenir serait le zinc; voici comment on reconnaîtrait sa présence. Le bromure de cadmium et de zinc sera dissous dans l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide sulfurique et on y fera passer, à refus, un courant d'hydrogène sulfuré. Tout le cadmium sera ainsi précipité à l'état de sulfure reconnaissable à sa belle couleur jaune. On séparera ce sulfure par le filtre et on versera dans la liqueur filtrée un léger excès de sulfhydrate d'ammoniaque; le zinc se précipitera à son tour à l'état de sulfure blanc.

CARBONATE DE CHAUX PRÉCIPITÉ.

Équivalent : $CO^2,CaO = 50$.

§ 51.

Poudre blanche insoluble dans l'eau, décomposable par les acides avec production d'une vive effervescence due au dégagement de l'acide carbonique. On l'obtient par double décomposition en versant une solution de carbonate de soude dans une solu-

tion de chlorure de calcium. On prend d'une part : Carbonate de soude, 600 gr. dissous dans 10 litres d'eau ; et d'une autre part : Chlorure de calcium, 500 gr dissous dans 8 litres d'eau ; on mêle ces deux solutions, il se produit un précipité de carbonate de chaux, et il reste dans la liqueur du chlorure de sodium (sel marin). On jette le tout sur une toile et on lave jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule ne contienne plus de trace de sel. On trochisque le carbonate de chaux et on le laisse sécher soit à l'air libre, soit à l'étuve.

Le carbonate de chaux précipité devant uniquement servir au nettoyage des glaces, il est essentiel qu'on l'obtienne en poudre d'une grande finesse et très-douce au toucher. Il suffit pour cela d'en opérer la précipitation à froid et avec des solutions étendues. Si l'on opérait avec des liqueurs bouillantes, on aurait un précipité grenu, compacte et cristallin qui rayerait les surfaces vitreuses.

CHLORHYDRATE D'AMMONIAQUE OU SEL AMMONIAC.

Équivalent : $ClH,AzH^3 = 53,50$.

§ 52.

Le gaz acide chlorhydrique anhydre et le gaz ammoniac sec se combinent directement et se conden-

sent en une poudre blanche cristalline, qui n'est autre chose que du chlorhydrate d'ammoniaque. On obtient plus facilement le même sel en saturant l'ammoniaque liquide par une dissolution de gaz acide chlorhydrique, et faisant cristalliser par évaporation.

Lorsqu'on calcine la houille pour la transformer en coke et en gaz d'éclairage, il se dégage, entre autres produits étrangers, une quantité considérable de carbonate d'ammoniaque qu'il suffit de condenser dans des cylindres contenant de l'acide chlorhydrique pour le transformer en sel ammoniac. C'est par ce procédé qu'est fabriqué la plus grande partie du chlorhydrate d'ammoniaque du commerce.

Caractères du sel ammoniac pur. — Cristallise en aiguilles formées par l'agglomération d'une multitude de petits octaèdres, est soluble dans 2,7 parties d'eau froide et dans son poids d'eau bouillante ; il est soluble dans l'alcool et se volatilise sans se fondre. Sa densité est une fois et demie celle de l'eau.

CHLORURE D'OR.

Équivalent : $Cl^3Au^2 = 303,5$.

§ 53.

Lorsqu'on dissout l'or dans l'eau régale, on obtient une combinaison jaune de sesquichlorure d'or

Cl^3Au^2 avec l'acide chlorhydrique ClH. Par l'évaporation à une douce chaleur, l'acide chlorhydrique se dégage, et il reste le sesquichlorure d'or en beaux cristaux jaunes rougeâtres. Enfin, ces cristaux chauffés à la température de 200° c. tant qu'il se dégage du chlore, se transforment en protochlorure d'or Au^2Cl qui se présente sous forme d'une poudre verte insoluble dans l'eau.

Pour préparer le sesquichlorure d'or, on prend :

Or laminé..................	50	grammes.
Acide azotique..............	50	—
Acide chlorhydrique.........	150	—

On mélange les deux acides dans un ballon, on ajoute tout l'or, en une seule fois, et on chauffe. Quand la dissolution s'est opérée, on la verse dans une capsule de porcelaine tarée à l'avance et on évapore, à une douce chaleur, jusqu'à ce que la liqueur soit réduite au poids de 100 grammes.

Par le refroidissement, le chlorure d'or cristallise en une seule masse, qu'on divise rapidement par fragments pour l'introduire dans un flacon à l'émeri bien sec.

Caractères du sesquichlorure d'or. — Cristallise en aiguilles d'un beau jaune orangé, est déliquescent et par conséquent soluble en toutes proportions dans l'eau. L'alcool et l'éther le dissolvent aussi très-facile-

ment. Une solution de chlorure d'or donne avec un mélange de protochlorure et de bichlorure d'étain un beau précipité de pourpre de Cassius, et avec le protosulfate de fer un précipité brun pulvérulent qui, lavé et séché, prend sous le brunissoir l'éclat métallique.

COTON-POUDRE.

Équivalent : $C^{24}H^{17}O^{17},5AzO^{5} = 567$.

§ 54.

Le coton, le lin, le papier, le linge, l'amidon, et en général toutes les substances dont la composition représente celle de la cellulose, $C^{12}H^{11}O^{11}$, sont susceptibles de se combiner, par substitution, à l'acide azotique et de donner des produits explosifs auxquels on a donné les noms de fulmi-coton, coton-poudre, coton azotique, pyroxyle, lin fulminant, pyroxone, etc., etc. Les procédés de préparation de ces substances varient beaucoup suivant qu'on veut obtenir un produit détonant fort peu soluble dans l'éther alcoolisé, ou un produit brûlant à la manière de l'amadou et très-soluble dans l'éther alcoolisé. C'est de ce dernier seul que nous avons à nous occuper.

Le coton-poudre des photographes est d'un blanc

éclatant et se dissout dans l'éther marquant 56 à 65° auquel on ajoute depuis un dixième jusqu'à un tiers de son volume d'alcool à 36 ou 40° Baumé : lorsqu'on l'enflamme, il fuse plutôt qu'il ne détone en se transformant en oxyde de carbone, acide carbonique, azote et vapeur d'eau. Pour le préparer, on prend :

Acide sulfurique du commerce, à 66°..	3k,200
Nitrate de potasse sec................	2 kil.

On pulvérise grossièrement le nitrate de potasse et on le fait dissoudre à une douce chaleur dans l'acide sulfurique en ayant soin qu'il se dégage le moins possible de vapeurs nitreuses. Aussitôt que la liquéfaction se sera opérée, on versera le mélange dans un grand pot de faïence qu'on recouvrira d'une glace et on observera de temps en temps la température. — Quand le thermomètre ne marquera plus que 30° c., on introduira peu à peu du coton cardé dans la masse acide autant qu'elle pourra en contenir et en s'aidant de fortes spatules de verre pour mieux opérer le mélange. Lorsque tout le coton aura été ajouté (il en faut de 150 à 175 grammes), on remettra le plan de glace en place et on laissera la nitrification s'opérer d'elle-même jusqu'au lendemain. Ce temps écoulé, on verse le contenu du vase dans un grand

baquet d'eau froide, on sépare le mieux possible le coton-poudre de la masse saline dans laquelle il est emprisonné et on le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne retienne plus la plus petite trace de sel. Il ne reste plus qu'à l'exprimer fortement et à le sécher soit au soleil, soit dans une étuve chauffée à 25 ou 30° et dont le foyer serait complétement isolé.

Le coton-poudre bien préparé est soluble sans résidu dans l'éther alcoolisé; il ne doit rien céder à l'eau distillée bouillante. S'il retenait un peu d'acide sulfurique ou nitrique, cette eau de lavage rougirait le tournesol; elle précipiterait par le chlorure de baryum, si elle avait dissous du sulfate de potasse.

CYANURE DE POTASSIUM FONDU.

Équivalent : $C^2Az,K = 65$.

§ 55.

On connaît deux espèces de cyanure de potassium, celui qui est cristallisé et qui est obtenu en faisant passer un courant d'acide cyanhydrique dans une solution alcoolique de potasse, et celui qui est fondu en masses blanches semblables à la porcelaine. Le premier est chimiquement pur, mais il se décompose facilement par la chaleur ou même au

simple contact de l'air et de l'humidité. Le second contient un peu de carbonate de potasse, ce qui est tout à fait sans inconvénient ; il résiste à l'action de la chaleur et se conserve bien plus facilement que le cyanure cristallisé.

Pour le préparer, on prend :

Cyanure jaune de potassium et de fer..	6 kil.
Bicarbonate de potasse................	2^{k},600

On commence par pulvériser les deux sels et les dessécher, à une douce chaleur, dans une bassine de fonte : le mélange est ensuite introduit dans une potiche à mercure dont on a fait couper la partie supérieure, puis chauffé graduellement jusqu'au rouge, en ayant soin de remuer de temps en temps avec une tige de fer. Lorsque la masse est en fusion tranquille, on cesse de l'agiter, on recouvre avec un couvercle de creuset et on maintient le feu jusqu'à ce que tout le cyanure de potassium soit complétement séparé du dépôt ferrugineux. Pour le vérifier, on plonge de temps en temps dans le mélange en fusion une baguette de verre et on la retire rapidement : lorsque le sel adhérent se solidifie par le refroidissement en une petite masse parfaitement blanche, l'opération est terminée. On saisit le creuset avec une forte pince et on coule dans une bas-

sine d'argent toute la partie liquide, c'est-à-dire le cyanure fondu. On lave le résidu avec un peu d'eau, et la solution filtrée est évaporée à siccité dans une capsule de porcelaine ou d'argent pour être mêlée à une opération ultérieure.

Dans cette réaction le cyanure de fer Fe,C^2Az, du cyanure jaune de potassium et de fer :

$$Fe,C^2Az,2(K,C^2Az)$$

se trouve décomposé seul et donne pour résidu une espèce de carbure de fer qui par sa composition tient le milieu entre la fonte et l'acier. Le cyanure de potassium : $2(K,C^2Az)$ fond par la chaleur sans décomposition et, une fois liquéfié, surnage le dépôt ferrugineux. Quant au bicarbonate de potasse, il se transforme d'abord en carbonate, puis il s'unit mécaniquement par fusion au cyanure de potassium. On prend du bicarbonate et non du carbonate neutre de potasse, parce qu'on est plus sûr d'avoir le premier sel exempt de sulfates et de chlorures. Il n'intervient en rien dans la réaction et ne sert qu'à faciliter la décomposition du cyanure jaune en fluidifiant le mélange.

Caractères du cyanure de potassium fondu. — Le cyanure de potassium fondu doit être entièrement blanc, ne contenir ni morceaux de fer ni parcelles de char-

bon et se dissoudre dans l'eau sans laisser de résidu : il doit également être exempt de silice et de sulfure alcalin. Quand il ne contient pas de sulfure, il donne avec les sels de plomb un précipité blanc ; au contraire, ce précipité est noir quand le cyanure contient des sulfures. Quant à la silice, on reconnaît sa présence en dissolvant le cyanure dans un excès d'acide chlorhydrique et évaporant à siccité : le résidu de l'évaporation n'est évidemment que du chlorure de potassium. On reprend par l'eau, et le chlorure de potassium est complétement dissous. S'il retenait de la silice, celle-ci resterait en suspension et se déposerait ensuite peu à peu sous forme d'un précipité gélatineux.

EAU DISTILLÉE.

Équivalent : HO = 9.

§ 56.

Les anciens considéraient l'eau comme un des quatre éléments de la nature ; ce ne fut que vers la fin du dix-huitième siècle que les expériences de Lavoisier, Watt et Cavendish apprirent que l'eau était une combinaison d'oxygène et d'hydrogène.

L'eau pure est sans saveur ni odeur ; elle prend l'état solide à 0° c. et bout à 100° c. sous la pression de $0^m,76$.

L'eau des rivières et des sources n'est pas de l'eau

pure et contient au moins $0^c,015$ à $0^c,020$ pour 100_c de sels d'une composition nécessairement variable, mais parmi lesquels figurent toujours au premier rang les carbonates, les sulfates et les chlorures.

L'eau de pluie est de l'eau presque chimiquement pure, mais comme on ne peut en recueillir de grandes quantités à ciel ouvert, il faut nécessairement prendre celle qui s'écoule des toits et on ne peut empêcher qu'elle n'entraîne les matières solubles qu'elle trouve sur son passage.

La seule manière de purifier l'eau, c'est de la soumettre à la distillation soit dans un alambic, soit dans une cornue de verre munie de son récipient. Pour les solutions de nitrate d'argent, l'eau distillée des alambics, quels qu'ils soient, est suffisamment pure, mais il n'en est pas de même pour certaines réactions photographiques délicates, comme la production des images positives et négatives sur albumine (§ 32, p. 84).

Pour cet objet, il est nécessaire que le serpentin de l'alambic soit en étain pur, c'est-à-dire exempt de tout alliage avec un autre métal, le plomb surtout. On reconnaît que le métal du serpentin est en étain pur par le procédé suivant : on racle quelques parcelles du métal et on les fait bouillir dans une petite capsule de porcelaine avec dix fois son poids d'acide

nitrique. Tout l'étain se change en acide stannique, c'est-à-dire en une poudre blanche insoluble ; mais le nitrate de plomb, s'il s'en est formé, reste en dissolution : on laisse déposer quelques minutes, on décante la partie liquide et on l'évapore à siccité à une douce chaleur.

Le résidu repris par l'eau distillée est essayé par une dissolution étendue d'iodure de potassium ; s'il y a un précipité jaune, c'est que la liqueur contient du plomb ; autrement il n'y a aucun précipité. Pour plus de sûreté, on recueille le précipité sur un petit filtre, on le lave à l'eau froide et on le reprend par l'eau bouillante ; l'iodure de plomb se dissout et se dépose, par le refroidissement, en paillettes d'un beau jaune d'or.

Caractères de l'eau distillée pure.—Bout à 100° c. sous la pression de $0^m,76$, s'évapore sans aucun résidu, ne précipite par aucun réactif (nitrate d'argent, chlorure de baryum, carbonates, sulfates, etc.). Enfin, elle ne modifie en rien les teintes bleue et rouge du papier de tournesol.

ÉTHER.

Équivalent : $C^4H^5O = 37$.

§ 57.

L'éther est le produit de la réaction de l'acide sul-

furique sur l'alcool ; sa composition est représentée par de l'alcool $C^4H^6O^2$ auquel on aurait enlevé un équivalent d'eau : HO.

L'éther est un liquide incolore, très-fluide, d'une odeur vive, pénétrante et agréable, d'une saveur âcre et brûlante; il bout à 35°,5 sous la pression de 0^m,76 et sa densité, à 0° c., est : 0,736 : il s'évapore rapidement à l'air à cause de sa grande volatilité ; aussi est-il nécessaire de l'enfermer dans des flacons hermétiquement bouchés. L'éther est très-inflammable, et sa vapeur, répandue dans l'air, forme des mélanges détonants qui ont causé souvent les plus graves accidents.

La presque totalité de l'éther du commerce vient de Montpellier; il marque 56° Baumé et retient une proportion considérable d'eau et d'alcool, une petite quantité d'acide sulfureux, d'acide acétique et de produits empyreumatiques : il est donc nécessaire de le rectifier.

En l'additionnant de 5 pour 100 de chaux vive en poudre fine et le soumettant à une simple distillation au bain-marie, à une température ne dépassant pas 60° c., on le débarrasse, en presque totalité, de tous ces produits étrangers, et on obtient un éther marquant de 58 à 59° Baumé.

Si l'on veut pousser plus loin sa purification, il faut opérer ainsi qu'il suit.

On mêle ensemble, dans un grand bocal :

Éther à 58°	10	kilogr.
Carbonate de potasse sec	2	—
Huile blanche	200	grammes.
Magnésie calcinée	50	—
Peroxyde de manganèse	50	—

On laisse en contact pendant 24 heures, en ayant soin d'agiter de temps en temps, et enfin on distille au bain-marie à une température maxima de 60° c. Cet éther marque de 62 à 63° Baumé. Enfin, on distille une dernière fois sur 10 pour 100 de chlorure de calcium desséché et on obtient ainsi de l'éther anhydre marquant 65 à 66° Baumé. On ne saurait apporter trop de précautions dans le cours de ces rectifications d'éther. Pour éviter toute chance d'incendie, on fera bien de chauffer une grande quantité d'eau dans une pièce séparée, puis de porter, au fur et à mesure du besoin, l'eau bouillante dans le laboratoire de distillation. Ce laboratoire ne devra communiquer avec aucune autre pièce où il y aurait du feu allumé et avoir, bien entendu, lui-même tous ses fourneaux éteints. L'éther est un liquide très-léger qui bout à une très-basse température; mais sa vapeur est très-lourde, gagne les parties basses, et pourrait, en passant sous les jointures des

portes, aller s'enflammer à une très-grande distance.

Caractères de l'éther pur. — Il doit marquer au moins 65° Baumé et bouillir entre 35 et 36° c. : il n'a aucune action sur les papiers bleu et rouge de tournesol; quelques gouttes versées sur la main s'évaporent rapidement et il ne se développe aucune odeur empyreumatique, même par le frottement. Agité avec de l'eau dans un tube gradué, l'éther change à peine de volume : s'il contenait de l'alcool, l'eau le lui enlèverait en totalité, et les deux liquides ne reprendraient plus, par le repos, leurs volumes primitifs.

HYPOSULFITE DE SOUDE.

Équivalent : $NaO,S^2O^2,5HO = 124$.

§ 58.

L'hyposulfite de soude est remarquable par la beauté de ses cristaux prismatiques et transparents : il est très-soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Il dissout très-facilement les iodure, chlorure et bromure d'argent.

Pour obtenir l'hyposulfite de soude, on dissout :

Carbonate de soude............. 100 kilogr.

dans

Eau de fontaine............... 200 —

on partage en deux parties égales la dissolution et on sursature l'une des moitiés par un courant d'acide

sulfureux qu'on obtient en chauffant dans un cylindre de fonte un mélange de charbon en poudre et d'acide sulfurique ayant la consistance d'une pâte molle. Quand la solution alcaline n'absorbe plus d'acide sulfureux, on y verse la moitié restée intacte, on fait bouillir quelques instants pour être bien sûr qu'il ne reste plus d'acide sulfureux libre, et on ajoute de la fleur de soufre par portions et sans discontinuer, jusqu'à ce qu'il ne s'en dissolve plus (il en faut environ 12k,500). On filtre bouillant et on laisse cristalliser. Il se dépose, du jour au lendemain, d'énormes cristaux d'hyposulfite de soude. La préparation de ce sel est très-facile, la seule précaution à prendre, c'est d'éviter la présence du bisulfite de soude qui, sous l'influence du soufre, donnerait un mélange d'hyposulfite, de sulfite et de trithionate de soude. C'est pour éviter cet inconvénient qu'on sursature d'acide sulfureux seulement une moitié du carbonate de soude et qu'on se débarrasse, par une légère ébullition, de l'acide sulfureux libre avant d'ajouter le soufre.

On trouve l'hyposulfite de soude pur dans le commerce : son bas prix et la forme caractéristique de ses cristaux semblables pour la beauté aux cristaux de sel de Seignette, rendent sa falsification impossible, et, ce qui vaut encore mieux, inutile.

IODE.

Équivalent : I = 127.

§ 59.

L'iode est un corps simple affectant la forme de paillettes cristallines gris d'acier et douées de l'éclat métallique.

Il fond à 107° c. et bout à 180°c., en donnant de belles vapeurs violettes : sa densité est de 4,95; il est donc presque 5 fois aussi lourd que l'eau. L'iode est très-soluble dans l'alcool, mais l'eau n'en dissout que quelques millièmes, en formant probablement un hydrate et se colorant en jaune. Les solutions d'iodures alcalins et d'acide iodhydrique absorbent des quantités considérables d'iode en se colorant en brun foncé. Le cyanure de potassium, en solution dans l'alcool ou dans l'eau, dissout aussi une forte proportion d'iode, mais il y a ici décomposition et il se forme, en même temps, de l'iodure de potassium et de l'iodure de cyanogène. Ce mélange enlève avec une grande rapidité les taches de nitrate d'argent sur la peau et sur les étoffes.

L'eau iodée ou n'importe quelle dissolution contenant de l'iode en petite quantité colore en bleu magnifique l'empois d'amidon; la couleur disparaît

par l'ébullition. Cette réaction est caractéristique à la fois pour l'iode et l'amidon.

L'iode est un poison très-énergique ; il attaque toutes les matières organiques et corrode tous les métaux : il faut donc se mettre à l'abri de ses vapeurs et boucher hermétiquement les flacons qui le contiennent.

On obtient l'iode, dans les arts, en distillant un mélange d'iodure de sodium, d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse. Celui qu'on trouve dans le commerce est suffisamment pur.

IODHYDRATE D'AMMONIAQUE OU IODURE D'AMMONIUM.

Equivalent : $IH,AzH^3 = 145$.

§ 60.

Sel cristallisable, très-soluble dans l'eau et se dissolvant aussi dans l'alcool et l'éther. Il s'altère très-facilement au contact de l'air humide et de la lumière : il se décompose même à la longue dans un flacon bien sec.

Préparation. — Dans une capsule de porcelaine, on introduit :

Eau distillée..................................	1 kil.
Fils de fer très-fins contournés en un seul paquet.	125 gram.

On ajoute peu à peu :

Iode..	125 —

en ayant soin de remuer continuellement. Le mélange s'échauffe fortement et l'eau se colore en brun foncé par suite de la formation de l'iodure de fer iodurė. Si la chaleur développée était assez forte pour vaporiser de l'iode, on calmerait la réaction par une affusion d'eau froide. Lorsque tout l'iode a été ajouté, on laisse l'opération se continuer d'elle-même pendant environ un quart d'heure, puis on chauffe avec ménagement.

La liqueur se décolore de plus en plus, tourne au gris d'acier et enfin s'éclaircit en prenant une teinte verdâtre. On fait bouillir quelques minutes et on enlève le fer non attaqué, sans oublier de le laver avec un peu d'eau au-dessus de la capsule qui ne contient plus, par conséquent, qu'une solution d'iodure de fer. Dans cette solution, on projette, par petites portions, environ 240 grammes de carbonate d'ammoniaque en poudre : il y a double décomposition ; il se forme de l'iodhydrate d'ammoniaque qui se dissout et du carbonate de fer gélatineux qui se précipite et auquel quelques minutes d'ébullition suffisent pour prendre plus de cohésion et être ainsi plus facile à laver. On filtre bouillant, on lave à l'eau distillée le résidu ferrugineux resté sur le filtre et on évapore la solution d'iodhydrate d'ammoniaque, à feu nu, dans une capsule de porcelaine, jusqu'à pellicule. A ce moment, on transporte la capsule sur

un bain-marie d'eau bouillante, on évapore en remuant sans cesse, jusqu'à siccité, et on introduit rapidement la masse saline dans des flacons bien secs.

Il est important, pour cette préparation, de se servir de fer pur et bien exempt de cuivre. Celui qui est désigné, dans le commerce, sous le nom de fils de clavecin, est préférable, d'abord à cause de sa pureté, ensuite parce que, se tenant tout d'une pièce pendant la préparation de l'iodure de fer, il est facile de saisir l'instant où tout l'iode est absorbé.

L'*iodhydrate d'ammoniaque pur* est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther : chauffé sur une lame de mica, il se volatilise sans résidu. Il ne doit précipiter ni par le cyanure jaune, ni par le sulfhydrate d'ammoniaque. Il est très-difficile de le conserver blanc : même dans des flacons bien secs et à l'abri de la lumière, il jaunit avec le temps, ce qui est au reste un très-léger inconvénient. Quelques fabricants l'obtiennent en beaux cristaux blancs soit en l'additionnant de 3 à 4 millièmes d'iodure de zinc ou de cadmium, soit en le faisant cristalliser en présence d'un grand excès d'ammoniaque et le conservant dans des flacons au fond desquels on a placé un morceau de carbonate d'ammoniaque. Un pareil iodhydrate donnera toujours au collodion une odeur d'iodoforme et diminuera de beaucoup sa sensibilité.

Il vaut donc mieux ne pas attacher autant d'importance à l'aspect physique et se contenter de l'obtenir en masse pulvérulente d'après le procédé que nous venons d'indiquer.

IODURE DE CADMIUM.

Équivalent : ICd = 183.

§ 61.

L'iodure de cadmium cristallise en paillettes micacées d'un blanc éclatant, avec des reflets gris rosé, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Cet iodure est remarquable par sa fixité, soit à l'état sec, soit à l'état de dissolution.

Pour l'obtenir on prend :

Iode........................	400 grammes
Cadmium....................	200 —
Eau distillée................	1 kilogr.

On opère comme pour l'iodure de fer jusqu'à ce que l'excès de cadmium non attaqué soit recouvert d'une liqueur incolore. On filtre, on évapore jusqu'à forte pellicule et on laisse refroidir. Après le refroidissement, le sel se prend en une seule masse feuilletée qu'on sépare en plusieurs parties sans la sortir de la capsule. Il ne reste plus qu'à faire sécher dans une étuve, à une douce chaleur.

LIN FULMINANT.

§ 62.

Il se prépare absolument de même que le coton-poudre, avec le même mélange nitrifiant et le lin écru. Il est un peu moins soluble que le coton-poudre dans l'éther alcoolisé, toutefois le résidu qu'il laisse ne doit pas dépasser 4 à 5 p. 100.

NITRATE D'ARGENT OU AZOTATE D'ARGENT.

Équivalent : $AzO^5,AgO = 160$.

§ 63.

Le nitrate d'argent est un sel anhydre cristallisant en larges lames incolores : il est soluble dans son poids d'eau froide, dans la moitié de son poids d'eau bouillante et dans 4 parties d'alcool bouillant. Soumis à l'action de la chaleur, il fond sans altération vers le rouge obscur et peut alors être coulé en plaques dans des plateaux de platine ou d'argent : il constitue, sous cet état, le nitrate d'argent demi-fondu dont il est parlé (§ 15, p. 50).

Au delà du rouge sombre, il laisse dégager de l'oxygène et se transforme en azotite d'argent : AzO^3,AgO, puis l'acide azoteux se détruit, l'oxyde se réduit, et il ne reste plus qu'un résidu d'argent métallique.

Le nitrate d'argent cristallisé et bien desséché absorbe le gaz ammoniac et forme une combinaison qui a pour formule : $AzO^5,3AzH^3,AgO$. Cette combinaison perd entièrement son ammoniaque par la chaleur. Si l'on dissout le nitrate d'argent dans 2 parties d'eau distillée et 1 partie d'ammoniaque liquide, puis qu'on évapore à une douce chaleur pour chasser l'excès d'ammoniaque liquide, on obtient une autre combinaison cristalline : $AzO^5,2AzH^3,AgO$; ne contenant que 2 équivalents d'ammoniaque, et qui donne avec les *chlorures solubles un chlorure d'argent très-sensible à l'action de la lumière*; mais, comme une partie de ce chlorure précipité est dissoute par l'excès d'ammoniaque devenue libre, il est préférable de précipiter par les chlorures un mélange de nitrate d'argent et de nitrate d'ammoniaque, comme nous l'avons fait dans la préparation du papier positif sensibilisé (§ 15, p. 50.)

Le nitrate d'argent pur et sec, ou bien dissous dans l'eau distillée, se conserve sans altération sensible à la lumière; mais, s'il y a la moindre trace de matière organique, le sel noircit par suite d'une réduction métallique partielle. C'est pour cela qu'une solution de nitrate d'argent répandue sur la peau n'est d'abord pas visible, mais peu à peu la lumière réagit, et, la matière organique aidant, finit par for-

mer une tache complétement noire. La coloration est bien autrement rapide quand l'acide gallique ou l'acide pyrogallique accompagne le nitrate d'argent.

Préparation :

Argent vierge....................	3	kilogr.
Acide nitrique....................	5	—
Eau distillée.....................	1	—

On introduit l'eau et l'acide nitrique dans une capsule de porcelaine ou de platine qu'on chauffe au bain-marie, et on ajoute l'argent grenaillé par parties. Lorsque la dissolution est complète, on laisse refroidir, et la majeure partie du nitrate d'argent cristallise du jour au lendemain. On décante l'eau-mère pour l'évaporer de nouveau et on enlève les cristaux pour les faire égoutter sur un entonnoir en verre. Ces premiers cristaux sont toujours acides ; pour les obtenir neutres on les fait cristalliser de nouveau en les dissolvant dans la moitié de leur poids d'eau bouillante. On traite de même les cristaux provenant des eaux-mères évaporées. L'argent vierge, quelque pur qu'il soit, contient toujours 0,001 ou 0,002 de cuivre qui donnent à la dissolution acide du nitrate une teinte très-légèrement verdâtre. Comme le nitrate de cuivre est beaucoup plus difficilement cristallisable que le nitrate d'argent, il se retrouve tout entier dans la dernière eau-mère. Pour le

séparer, il suffit d'évaporer ce résidu jusqu'à siccité et de le fondre à une chaleur rouge sombre dans une petite capsule de platine. A cette température, qu'il faut avoir soin de maintenir constante, le nitrate d'argent ne s'altère pas, mais le nitrate de cuivre se décompose complétement en produits nitreux qui se dégagent et en oxyde noir de cuivre qui colore bientôt toute la masse saline en fusion. On s'aperçoit que tout le nitrate de cuivre est décomposé quand, en enlevant avec une baguette de verre une parcelle de sel fondu et la délayant dans quelques gouttes d'ammoniaque, celle-ci ne se colore pas en bleu. Arrivé à ce terme, on laisse refroidir, on reprend par l'eau distillée et on fait cristalliser la liqueur filtrée. On opérerait absolument de même si l'on voulait préparer le nitrate d'argent avec la monnaie d'argent ou tout autre alliage de cuivre et d'argent. Cet alliage sera donc dissous dans l'acide nitrique et les nitrates soumis à une fusion ménagée, pour séparer entièrement le cuivre; mais il est toujours plus économique d'opérer avec l'argent vierge.

Caractères du nitrate d'argent pur. — Grandes lames incolores et miroitantes se dissolvant sans coloration bleue dans l'ammoniaque et laissant précipiter tout l'argent qu'elles contiennent, par l'acide chlorhydrique ou les chlorures solubles. Le chlorure d'argent

formé est insoluble dans l'eau et les acides, soluble dans l'ammoniaque, le cyanure de potassium et l'hyposulfite de soude.

OR.

Équivalent : Au = 197.

§ 64.

L'or est un corps simple : sa couleur jaune, son éclat et sa malléabilité extraordinaire le distinguent déjà de tous les métaux. Sa densité est 19,5 ; il fond à une forte chaleur blanche et ne se combine directement à l'oxygène à aucune température ; les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique isolés ne l'attaquent pas ; mais l'eau régale, qui s'obtient par le mélange des acides chlorhydrique et azotique, le dissout avec la plus grande facilité et le convertit en sesquichlorure. L'or est également attaqué par le chlore et le brôme, surtout à l'état naissant. L'or des monnaies et des bijoux n'est pas pur, il est allié à une proportion variable de cuivre et quelquefois d'argent, mais on trouve facilement dans le commerce de l'or laminé à $\frac{1000}{1000}$, presque chimiquement pur. Il est, du reste, facile de séparer l'or du cuivre et de l'argent. Pour cela, on dissout la monnaie d'or dans l'eau régale, on évapore à sec à une douce chaleur pour chasser l'excès d'acide et on reprend par l'eau distil-

lée qui laisse un résidu de chlorure d'argent. On verse dans la liqueur un excès de sesquichlorure d'antimoine dissous dans l'acide chlorhydrique ; l'or se précipite, à l'état métallique, sous forme d'une poudre brune, abandonnant ainsi tout son chlore au sesquichlorure d'antimoine qui passe à l'état de perchlorure : Sb^2Cl^5. On peut également précipiter l'or par le protosulfate de fer qui passe à l'état de persulfate.

Quoi qu'il en soit, la poudre d'or est recueillie sur un filtre et lavée à l'eau distillée : on la fait ensuite digérer à une douce chaleur avec un peu d'acide chlorhydrique faible dans un creuset de platine ou une capsule de porcelaine ; on la lave par décantation, et enfin on la fond avec un peu de borax et de salpêtre dans un creuset de terre à la plus forte chaleur que puisse donner un fourneau chauffé au coke.

L'or pur se dissout intégralement dans l'eau régale ; s'il contenait de l'argent, il laisserait dans sa dissolution chloronitrique un résidu de chlorure d'argent ; s'il contenait du cuivre, ce métal se dissoudrait en même temps, mais le chlorure d'or cuivreux se colorerait en bleu par l'ammoniaque. De plus, dissous dans une grande quantité d'eau, il donnerait, par le cyanure jaune de potassium et de fer, une belle coloration marron.

SULFATE DE PROTOXYDE DE FER, OU VITRIOL VERT, COUPEROSE VERTE.

Équivalent : $SO^3,FeO = 76$.

§ 65.

L'acide sulfurique forme avec le protoxyde de fer un sel remarquable par la netteté de ses cristaux qui sont des prismes rhomboïdaux obliques, d'un vert d'aigue-marine. Le sulfate de fer cristallisé contient 7 équivalents d'eau; chauffé à 100° c., il en perd 6 ; à une température plus élevée, il abandonne son dernier équivalent d'eau en devenant d'un bleu grisâtre, puis il se décompose tout à fait en acides sulfureux et sulfurique qui distillent et en sesqui-oxyde de fer qui reste en résidu. Le sulfate de fer se dissout dans le double de son poids d'eau froide et le tiers de son poids d'eau bouillante ; lorsqu'il cristallise dans une liqueur acide, il est d'un bleu un peu verdâtre, mais lorsqu'il cristallise dans des liqueurs neutres, il est vert pâle. Dans l'un et l'autre cas, il prend la nuance vert-émeraude s'il est mêlé de sulfate de peroxyde.

Préparation. — Le sulfate de protoxyde de fer du commerce contient toujours du sulfate de peroxyde et quelquefois du sulfate de cuivre. On le purifie d'une manière très-satisfaisante, pour les besoins de

la photographie, en le dissolvant dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique et faisant bouillir la solution dans une bassine de fonte avec un petit excès de limaille de fer. La totalité du cuivre ne tarde pas à se précipiter sur le fer et le sulfate de peroxyde est ramené à l'état de sulfate de protoxyde sous l'influence de l'hydrogène naissant. Lorsque la liqueur bouillante n'est plus acide et marque 32° à l'aréomètre, on filtre au-dessus de grandes terrines de grès et on laisse cristalliser par le repos pendant deux jours. On décante les eaux-mères, on fait égoutter les cristaux dans des entonnoirs et on fait sécher à l'étuve. Il est essentiel que le sulfate de fer soit enfermé bien sec dans des vases exactement fermés, car, sous l'influence de l'humidité, il s'altère assez promptement et il se forme du sulfate de peroxyde.

On est plus certain d'obtenir le sulfate de fer pur en traitant les fils de clavecin par l'acide sulfurique. Voici comment on procède. Dans une terrine de grès, on verse 5 à 6 kilos d'acide sulfurique étendu d'eau et marquant 22° Baumé; on ajoute peu à peu du fil de fer contourné en petits paquets jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus d'effervescence d'hydrogène. Quand le dégagement de gaz est apaisé, on verse tout le contenu de la terrine dans une bassine de fonte au fond de laquelle on a placé 150 à 200 grammes de

fils de fer et on fait bouillir jusqu'à ce que la solution saline marque 32° au pèse-sel. Le reste de l'opération s'exécute comme ci-dessus.

Caractères du sulfate de protoxyde de fer pur. — Cristaux vert tendre, solubles dans le tiers de leur poids d'eau bouillante. Les carbonates alcalins donnent avec le protosulfate de fer un précipité blanc verdissant bientôt au contact de l'air. L'hydrogène sulfuré ne précipite pas une solution acide de protosulfate de fer : une lame de fer bien décapée plongée dans la même solution reste inaltérée ; si au contraire, il y avait la moindre trace de sel de cuivre, il se formerait un dépôt rouge de cuivre métallique.

SULFURE DE SOUDE LIQUIDE.

§ 66.

Lorsqu'on fait bouillir un excès de soufre dans une solution alcaline caustique, on obtient une liqueur rougeâtre contenant plusieurs sels sulfurés parmi lesquels dominent le polysulfure de potassium KS^5 et l'hyposulfite de potasse : S^2O^2,KO. Ce mélange est excellent pour précipiter, à l'état de sulfure, l'argent de ses dissolutions salines, même en présence de l'hyposulfite de soude ou du cyanure de potassium. Pour le préparer, on prend :

Carbonate de potasse du commerce.	1^k,200	grammes.
Chaux vive	720	—
Fleurs de soufre..................	710	
Eau de fontaine	10	litres.

D'une part, on éteint la chaux vive avec un peu d'eau. D'autre part, on dissout le carbonate de soude dans une bassine de fonte avec les 10 litres d'eau. On fait bouillir et on ajoute rapidement toute la chaux à la solution alcaline.

Il se forme du carbonate de chaux qui se précipite et de la soude caustique qui reste en dissolution. On passe sur une *étamine de coton* et on reverse la liqueur dans la chaudière. On y délaye d'un coup toute la fleur de soufre et on fait bouillir de nouveau ; il se forme bientôt du polysulfure et de l'hyposulfite, la liqueur prend une teinte rougeâtre de plus en plus prononcée, on la concentre jusqu'à ce qu'elle marque 25° Baumé et on la filtre au papier Prat.

SUBLIMÉ CORROSIF OU BICHLORURE DE MERCURE.

Équivalent : ClHg = 135,5.

§ 67.

Le mercure forme avec le chlore deux combinaisons : le sous-chlorure ou protochlorure Cl^2Hg, plus connu sous le nom de calomel et qui est insoluble

dans l'eau; le bichlorure ClHg, ou sublimé corrosif, qui est soluble dans l'eau.

Le sublimé se prépare en grand en chauffant au bain de sable, dans des matras à fond plat, un mélange de sulfate de bi-oxyde de mercure, de sel marin et de bi-oxyde de manganèse. On peut aussi préparer très-facilement le sublimé en dissolvant du mercure dans de l'eau régale contenant un excès d'acide chlorhydrique, évaporant à siccité et reprenant par l'eau ou l'alcool.

Le sublimé, en cristaux isolés, est incolore et transparent : en pains ou en poudre, il est blanc. Lorsqu'il est pur, il se dissout dans 16 parties d'eau froide et 3 parties d'eau bouillante. A froid, l'éther en dissout le tiers de son poids : 2,33 parties d'alcool à 40° froid et 1 $\frac{1}{6}$ partie d'alcool à 40° bouillant dissolvent 1 partie de sublimé. Sous la pression de $0^m,76$, le sublimé fond à 265° c. et bout vers 295° c. : sa densité est de 6,5 : c'est un des plus violents poisons que l'on connaisse et on ne saurait le manier avec trop de prudence.

TRAITEMENT DES RÉSIDUS D'ARGENT.

1° *Vieux bains de nitrate d'argent.*

§ 68.

Les vieux bains de nitrate d'argent ne pouvant plus

servir pour le collodion ni pour l'albumine, doivent être mis de côté pour en retirer l'argent et surtout ne jamais être mêlés à des liqueurs contenant de l'hyposulfite de soude ou du cyanure de potassium.

Lorsqu'on a réuni dans un grand bocal une assez grande quantité de ces vieux bains, on y verse de l'acide chlorhydrique, en léger excès ; il se forme aussitôt un précipité lourd, caillebotté, de chlorure d'argent. Pour savoir si tout l'argent est précipité, on bouche le flacon et on le secoue fortement jusqu'à ce que tout le chlorure d'argent se soit agrégé en flocons nageant dans une liqueur claire. On laisse déposer un instant et on verse de nouveau quelques gouttes d'acide chlorhydrique; s'il ne se forme pas le plus petit nuage blanc, c'est que la précipitation est terminée. Dans le cas contraire, on continue à ajouter de l'acide chlorhydrique et à agiter vivement jusqu'à ce que la dernière addition d'acide ne blanchisse plus la liqueur. On laisse déposer pendant 24 heures, on décante le liquide surnageant, on recueille le chlorure d'argent sur un filtre et on le lave à l'eau bouillante. Si l'on n'est pas pressé par le temps, on peut parfaitement laver le chlorure d'argent à froid, par décantation. Le lavage terminé, on verse sur le chlorure humide 2 ou 3 fois son volume d'eau additionnée de 10 p. 100 d'acide sulfurique et on introduit ce

mélange dans un grand verre à expérience au fond duquel on a introduit deux ou trois barreaux de zinc. En 24 heures, tout le chlorure d'argent est décomposé : sous l'influence de l'hydrogène naissant, il se produit de l'acide chlorhydrique bientôt converti en chlorure de zinc et de l'argent métallique en poudre grise. Pour vérifier si tout le chlorure d'argent a été attaqué, on lave sur un petit filtre une partie de la poudre grise d'abord à l'eau distillée, puis avec de l'ammoniaque liquide. Pour peu qu'il reste du chlorure d'argent non attaqué, l'ammoniaque le dissout, mais le laisse de nouveau précipiter si on sature par un acide.

Lors donc que tout l'argent a été séparé, on le recueille sur un filtre, on le lave à l'eau bouillante et on le fait sécher, soit à l'étuve, soit à l'air libre, pour être ultérieurement converti en nitrate d'argent.

2° *Liqueurs contenant des sels d'argent, et, en même temps, de l'hyposulfite de soude ou du cyanure de potassium.*

§ 69.

Toutes les dissolutions de sels d'argent laissent précipiter leur métal par l'acide chlorhydrique ou les chlorures, à moins qu'il n'y ait dans la liqueur un excès d'ammoniaque libre ou de l'hyposulfite de

soude, ou bien encore du cyanure de potassium, et, à plus forte raison, un mélange des deux sels. Pour le cas particulier de l'ammoniaque, il est toujours facile d'en reconnaître la présence à l'odorat ou au papier de tournesol et de détruire son influence dissolvante par l'addition d'un excès d'acide.

Dans les vieux bains ayant servi à la sensibilisation du collodion ou de l'albumine il n'y a ni ammoniaque, ni cyanure, ni hyposulfite, mais il n'en est pas de même des eaux de lavage provenant du dépouillement des images soit par l'hyposulfite de soude, soit par le cyanure de potassium. Ces solutions argentifères seront versées, chaque jour, dans un grand vase de grès où on aura soin de maintenir un excès de sulfure de soude liquide : tout l'argent sera précipité à l'état de sulfure. Quand le vase est plein, on décante le liquide surnageant, on recueille le précipité sur une toile et on lave à l'eau bouillante. Le sulfure d'argent, introduit dans un grand ballon à long col et traité, à chaud, par un excès d'eau régale (acide nitrique, 1 partie; acide chlorhydrique, 5 parties), est rapidement converti en hydrogène sulfuré qui se dégage, et chlorure d'argent insoluble facile à reconnaître à sa couleur blanche. Ce chlorure d'argent lavé et séché est traité comme il a été dit (§ 68, p. 168). Comme les vapeurs

d'hydrogène sulfuré sont très-délétères, on aura soin d'engager le col du ballon où se fait l'attaque sous la hotte d'une cheminée tirant bien.

3° *Dépôts pulvérulents presque entièrement formés d'argent métallique et provenant de réductions gallique ou pyrogallique.*

§ 70.

Ces dépôts sont les produits de l'action réductrice qu'exercent sur le nitrate d'argent les acides gallique et pyrogallique. Leur traitement est très-simple : il suffit de les laver à l'eau bouillante, soit sur un filtre, soit par décantation, de les dissoudre dans l'acide nitrique bouillant et de les précipiter à l'état de chlorure soit par l'acide chlorhydrique, soit par un chlorure soluble.

4° *Résidus d'argent provenant des papiers sensibilisés et des épreuves sur collodion et sur albumine.*

§ 71.

Lorsqu'une épreuve sur verre est manquée, on racle à sec l'albumine ou le collodion sensibilisé (a), ou bien on décape la glace en la plongeant dans l'acide nitrique étendu (§ 7, p. 20) qui dissout une petite partie du sel d'argent, mais laisse déposer tout le reste. On reprend ce résidu, on le lave à l'eau froide et on le sèche (b).

Les papiers sensibilisés reconnus défectueux retiennent assez d'argent pour qu'il soit avantageux de les traiter. On les laisse sécher à l'air libre, on les brûle et on réunit leurs cendres aux produits (a) et (b). En faisant bouillir le tout avec un excès d'eau régale, on obtient un chlorure d'argent tout noirci par son mélange avec les parties charbonneuses provenant des papiers incinérés. Sans s'en inquiéter, on le lave à l'eau bouillante et on le sèche. On mêle 100 parties de ce chlorure charbonneux avec 75 parties de carbonate de chaux précipité et 4 parties de charbon, et on chauffe le tout au rouge vif, pendant une heure, dans un creuset de fer. Toutes les matières organiques charbonneuses non attaquées par l'eau régale sont détruites par la chaleur, le chlore passe à l'état de chlorure de calcium et l'argent revivifié fond en un seul culot qui gagne le fond du creuset.

Ainsi, quelles que soient les méthodes suivies, le photographe devra, s'il veut tirer parti des résidus d'argent, les diviser en quatre parts : 1° les solutions, acides ou non, qui ne retiennent ni cyanure de potassium ni hyposulfite ; 2° les solutions contenant du cyanure ou de l'hyposulfite, ou bien encore un mélange de ces deux sels ; 3° les dépôts provenant de l'action des acides gallique et pyrogallique ; 4° les résidus fournis

par l'incinération des papiers, collodions et albumines sensibilisés.

TRAITEMENT DES RÉSIDUS D'OR.

1° Dissolution d'or ne contenant ni cyanure ni hyposulfite.

§ 72.

On évapore à siccité la dissolution, on la reprend par la plus petite quantité possible d'eau régale, on étend d'eau distillée et on précipite soit par le protosulfate de fer, soit par le sesquichlorure d'antimoine.

2° Dissolution d'or contenant de l'hyposulfite de soude ou du cyanure de potassium.

§ 73.

Supposons le cas le plus compliqué, c'est-à-dire que la liqueur contienne, à la fois, du chlorure d'or, de l'hyposulfite de soude et du cyanure de potassium :

On évapore à siccité, on reprend par un petit excès d'acide chlorhydrique auquel on ajoute 0,01 ou 0,02 de chlorure de chaux et on fait bouillir. L'acide cyanhydrique est chassé par la chaleur et l'hyposulfite est converti, sous l'influence du chlore naissant, en sulfate. On évapore à sec et on reprend par l'eau distillée. Cette dernière solution traitée, comme ci-

dessus, par le sulfate de protoxyde de fer ou le sesquichlorure d'antimoine, laisse précipiter l'or à l'état métallique.

DOSAGE DE L'ARGENT DANS LES SOLUTIONS DE NITRATE D'ARGENT.

§ 74.

Il est très-important qu'un photographe puisse savoir, à tout instant, la quantité de nitrate d'argent que contiennent ses bains sensibilisateurs. Voici quelle méthode il devra suivre pour y arriver :

Principe : — 1 équivalent de nitrate d'argent AzO^5,AgO pèse 160 et est exactement converti en nitrate de soude et en chlorure d'argent par 1 équivalent de sel marin ou chlorure de sodium ClNa pesant 58, 5.

Il existera nécessairement le même rapport entre ces nombres 160 et 58, 5 qu'entre le poids de 1 gramme de nitrate d'argent et le poids x de chlorure de sodium qui est nécessaire pour le décomposer. Pour connaître ce poids x on n'aura donc qu'à poser la proportion :

$$\underbrace{160}_{\text{Équivalent du nitrate d'argent.}} : \underbrace{58{,}5}_{\text{Équivalent du chlorure de sodium.}} :: \underbrace{1^{gr}}_{\text{Nitrate d'argent.}} : \underbrace{x}_{\text{Chlorure de sodium.}}$$

et, en faisant le calcul, on trouve $x = 0^g,365$.

Si l'on dissout maintenant ces 0g,365 de chlorure de sodium dans 100 cent. cubes d'eau distillée et qu'on dissolve d'autre part 1 gramme nitrate d'argent également dans 100 cent. cubes d'eau distillée, ces deux solutions mélangées et agitées dans un flacon à l'émeri se précipiteront exactement et de telle sorte que la liqueur, s'étant éclaircie, ne blanchira pas plus par une addition de chlorure de sodium que de nitrate d'argent. Les deux dissolutions s'équivalant à volumes égaux, il faudra toujours un même volume de l'une pour précipiter un même volume de l'autre. Si, par exemple, on prend 10 cent. cubes de la solution de nitrate d'argent, il faudra 10 cent. cubes de la solution de sel marin pour précipiter intégralement tout l'argent à l'état de chlorure d'argent. Il est évident que si les 100 cent. cubes de solution de sel marin représentent la quantité de sel nécessaire pour précipiter 1 gramme de nitrate d'argent, chaque cent. cube de la même solution salée correspondra à 0g,01 de nitrate d'argent. Pour abréger, nous appellerons *solution salée normale* la dissolution de sel marin faite dans la proportion de 0g,365 par 100 cent. cubes ou de 3g,65 de sel par litre d'eau distillée. Ceci posé, supposons qu'on vienne de préparer un bain de nitrate d'argent à 10 p. 100 et qu'on veuille l'analyser pour savoir si

le nitrate d'argent employé était réellement pur. Voici la marche qu'il faudra suivre :

Introduisons dans la mesure graduée A (*fig.* 20),

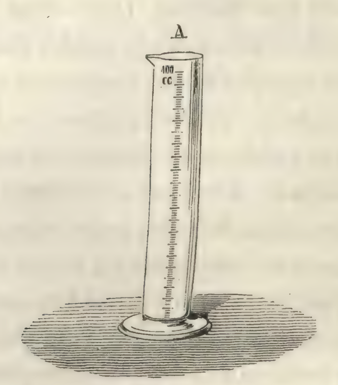


Fig. 20.

10 grammes d'un bain de nitrate d'argent au Xe et complétons, avec de l'eau distillée, le volume de 100 cent. cubes : il est clair que ces 100 cent. cubes de solution représenteront 1 gramme de nitrate d'argent et que chaque centimètre cube représentera $0_g,01$ de nitrate d'argent. Versons maintenant le contenu de la mesure graduée A dans le vase à précipiter B (*fig.* 21), passons un peu distillée dans le vase A pour enlever les dernières traces de nitrate d'argent et ajoutons cette eau de lavage à la solution déjà versée dans le flacon B.

Prenons ensuite la burette graduée C (*fig.* 22) qui est divisée en 100 cent. cubes et contient une *solution*

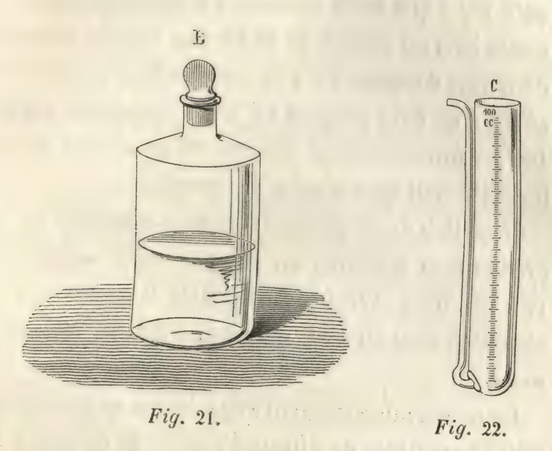


Fig. 21. *Fig.* 22.

salée normale si le nitrate d'argent employé à préparer le bain au Xe est pur, il faudra tout le contenu de la burette C pour précipiter, à l'état de chlorure d'argent, tout l'argent contenu dans le nitrate versé en B. On versera donc les 100 cent. cubes de solution salée en s'arrêtant de temps en temps, et voyant si, la liqueur s'étant éclaircie, l'addition de nouvelle solution salée la trouble de nouveau.

Supposons que le bain de nitrate d'argent ait servi à sensibiliser un certain nombre de glaces collodionnées, et qu'essayé de la même manière il n'exige plus

que 75 divisions de la burette C, pour la précipitation du chlorure d'argent, au lieu de 100, cela voudra dire qu'il n'y a que $0^g,75$ de nitrate d'argent précipité et que le bain est affaibli de $0^g,25$ par chaque gramme de nitrate d'argent. S'il y en avait un litre et qu'on ait affaire à un bain préparé au Xe, il manquera sur les 100 gr. primitivement dissous 25 grammes de nitrate d'argent qu'il s'agira de remplacer.

Si au lieu de 10 grammes de bain d'argent on ne prend qu'un gramme, on complétera le volume de 10 cent. cubes avec de l'eau distillée et on fera la précipitation avec 10 cent. cubes de solution salée normale.

Le même raisonnement s'applique à toutes les solutions possibles de nitrate d'argent. Si on prend 10 grammes d'un bain d'argent quelconque et qu'après avoir complété un volume de 100 cent. cubes il faille 200 cent. cubes de solution salée normale pour précipiter tout l'argent, c'est que le bain contenait 2 gr. de nitrate d'argent par 10 grammes ou 20 p. 100. S'il ne faut que 50 cent. cubes de solution salée, c'est que le bain n'était qu'à 5 p. 100, etc.

RÉSUMÉ

Pour analyser une solution de nitrate d'argent il faut :

1° Préparer une *solution salée normale* contenant 3g,650 de chlorure de sodium sec par litre ;

2° Prendre 10 gr. de bain d'argent, compléter le volume de 100 cent. cubes dans le vase gradué A et verser cette dissolution dans le vase B. On rincera le vase A avec un peu d'eau distillée qu'on reversera en B ;

3° Verser peu à peu une quantité suffisante de solution salée normale dans la solution argentique, interrompre de temps en temps, boucher leflacon B et le secouer fortement. La liqueur s'étant éclaircie, on continue à verser la solution salée jusqu'à cessation de précipité.

Autant de centimètres cubes de solution salée normale on aura employés, autant il y aura de centigrammes de nitrate d'argent dans le poids de liqueur argentique essayée.

Cette méthode est, on le comprend sans peine, beaucoup plus exacte que celle qui est basée sur

l'emploi des aréomètres. Si les bains d'argent ne contenaient jamais que de l'eau distillée et du nitrate d'argent, rien ne serait plus facile que de les doser en y plongeant un aréomètre gradué spécialement pour cet objet, mais il n'en est pas ainsi, car à peine un bain est-il en usage qu'il se charge d'alcool, d'éther, de sels d'ammoniaque, de cadmium, etc., etc., composés dont la présence modifie singulièrement la densité que lui donnerait le nitrate d'argent seul.

TROISIÈME PARTIE

THÉORIE

---

§ 75. — De la chambre noire.

Lorsqu'on reçoit sur un écran blanc les rayons lumineux qui pénètrent par une petite ouverture pratiquée dans le volet d'une chambre obscure, on

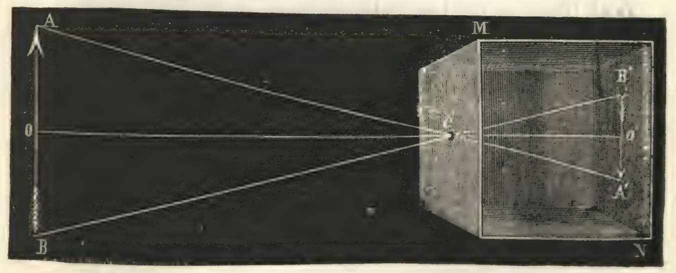


Fig. 23.

obtient une image renversée des objets extérieurs. En voici la raison : soit un objet AB (*fig.* 23) parfai-

tement éclairé : il enverra des rayons lumineux se propageant en ligne droite dans toutes les directions; mais il ne pourra pénétrer dans la chambre noire MN que les rayons qui passeront par la petite ouverture C et, par exemple pour les rayons partis de l'extrémité A, il n'arrivera dans la chambre noire que ceux qui franchiront l'ouverture C suivant la ligne droite ACA'. De même parmi les rayons émis par le point lumineux B, les seuls qui pénétreront dans la chambre noire seront ceux qui suivront la direction rectiligne BCB'. L'image du point A viendra donc en A', celle du point B en B', et le point O, milieu de la flèche fera seul son image en O' sans subir de déviation. Comme on peut faire le même raisonnement pour tous les points compris entre A et O et entre O et B que pour les extrémités A et B elles-mêmes, on voit que l'objet AB projettera son image en A'B'.

Les images produites dans de telles conditions ont peu d'intensité et leurs contours manquent de netteté. Porta, physicien napolitain à qui sont dues les premières observations sur la chambre noire, vit fort bien que les images étaient plus parfaites lorsque l'ouverture était très-petite et à contours parfaitement arrêtés, comme celles qu'on pratique dans des plaques métalliques. C'était déjà beaucoup, si l'on remarque surtout que ses observations datent de 1560,

mais Porta fit encore un pas immense en couvrant l'ouverture de sa chambre noire avec le cristallin de l'œil d'un bœuf, c'est-à-dire avec une véritable lentille convergente. Les images étaient alors parfaitement nettes et les couleurs se reproduisaient avec toutes leurs harmonies de tons. Une pareille lentille s'altérait rapidement et ne pouvait servir que pour démontrer la possibilité de l'expérience : Porta en fit construire en verre et obtint des images beaucoup plus parfaites et n'ayant d'autre défaut que d'être bordées, dans leurs contours, de franges irisées présentant, dans leur ordre, toutes les couleurs du spectre solaire.

Ici, quelques détails sont nécessaires : nous avons vu (§ 3, p. 10) qu'un pinceau de lumière blanche se disperse, par son passage à travers un prisme, en 7 rayons représentant les 7 couleurs de l'arc-en-ciel. De même que, pour un prisme, chaque espèce de rayon coloré a sa réfraction propre ; de même, pour une lentille, chacun de ces 7 rayons a son foyer particulier : il en résulte que les contours des images produites par les lentilles sont fortement irisés.

Sur la foi de Newton, on a cru longtemps qu'il était impossible de remédier à ce grave inconvénient ; cependant, un demi-siècle plus tard, Hall, physicien anglais, construisit des lunettes donnant des images

sans irisation, mais il mourut avec son secret en 1750. Ce fut Dollon, opticien de Londres, qui, le premier, fit connaître le moyen de détruire l'irisation des images, c'est-à-dire de produire l'achromatisme (de ἀ privatif, et χρῶμα, ατος, couleur). Il y parvint en accouplant à une lentille biconvexe en crown-glass : *Gr* (*fig.* 24), une autre lentille concave-convexe, *Fl* en

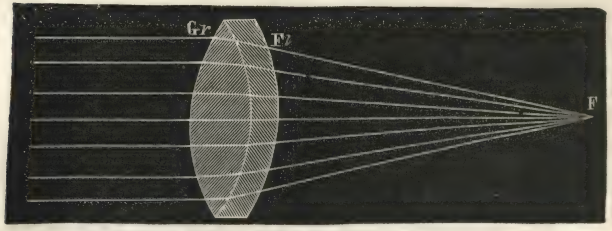


Fig. 24.

flint-glass, c'est-à-dire à une lentille dont le pouvoir réfringent serait = 1 une autre lentille dont le pouvoir réfringent serait = 2.

Pour nous expliquer cette correction, considérons d'abord ce qui se passe pour une lentille simple biconvexe M (*fig.* 25). Cette lentille peut être considérée comme l'accouplement d'une infinité de petits prismes ou sections de prismes MAB, ABCD, etc., réfractant chacun la lumière blanche, c'est-à-dire la dispersant en 7 rayons colorés des 7 couleurs du spectre. L'ensemble de ces prismes, qui n'est autre

chose que la lentille elle-même, produira le même effet de dispersion et donnera 7 foyers différents. Les

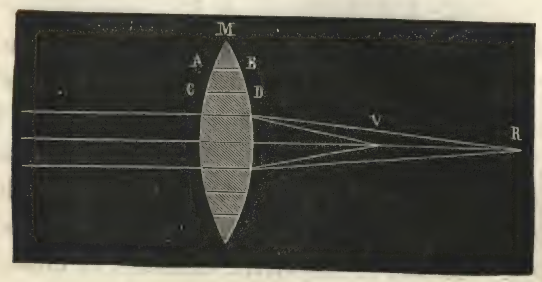


Fig. 25.

rayons rouges, qui sont le moins réfrangibles, iront faire leur foyer en R, et les rayons violets, qui le sont le plus, formeront leur foyer en V. Les rayons orangé, jaune, vert, bleu et indigo, auront leurs foyers entre ces deux points extrêmes. Théoriquement, pour détruire cette aberration de réfrangibilité, il faudrait 7 verres ramenant au même point les 7 rayons inégalement dispersés; mais, en réfléchissant que dans ces 7 couleurs, il y en a 3 qui sont fondamentales, savoir : le bleu, le rouge et le jaune, les autres, telles que l'orangé, le violet et le vert, n'étant que des mélanges de couleurs simples, on voit déjà qu'on peut réduire les 7 verres à 3. L'expérience a prouvé, de plus, qu'au moyen de certaines courbures et en

faisant choix de crown et de flint suffisamment inégaux dans leurs pouvoirs dispersifs, on réussissait à confondre le foyer des rayons bleus avec les foyers des rayons jaunes et des rayons violets, c'est-à-dire à produire un centre de lumière blanche, et c'est précisément ainsi que Dollon est parvenu à résoudre le problème de l'achromatisme des lentilles. Cependant, il faut bien le dire, les images données par les lentilles de Dollon étaient encore légèrement rougeâtres. Ramsden, en Angleterre, et Jecker, en France, furent, pendant longtemps, les seuls opticiens qui sussent éviter ce défaut. On chercha leur secret, on crut le trouver dans la pureté chimique de leurs verres et dans l'exactitude mathématique avec laquelle ces artistes éminents travaillaient les surfaces lenticulaires : l'artifice était beaucoup plus simple, il consistait à colorer en vert leur flint et leur crown par quelques traces d'oxyde de chrôme. Il en résultait sur les images un reflet verdâtre qui, étant complémentaire du reflet rouge produit par les lentilles de Dollon, le détruisait complétement.

Les photographes ne se contentent plus de lentilles ainsi achromatisées, car les reflets verts et rouges, tout en se compensant pour nos yeux, n'en produisent pas moins des effets fort peu photogéniques sur les plaques sensibilisées. Il a donc fallu, avant tout,

faire usage de matières premières parfaitement incolores et transparentes, ce qui a changé la densité, et, comme conséquence, les conditions de courbures prescrites par les premiers opticiens achromatiseurs. Il est indispensable également de faire coïncider les foyers chimique et optique et de satisfaire à toutes les autres conditions formulées (§ 3, p. 11): problèmes d'autant plus difficiles à résoudre, que les mathématiciens n'ont pas encore donné de formules praticables pour les courbures des lentilles. Cependant, les opticiens français sont parvenus, à force de tâtonnements et d'expérience pratique, à travailler les surfaces lenticulaires d'une manière très-satisfaisante, et, si les images produites par leurs objectifs simples ou à verres combinés, ne couvrent pas encore toute l'étendue que la théorie indique, au moins, dans leurs dimensions un peu restreintes, sont-elles parfaitement nettes et d'un effet de perspective irréprochable. Les objectifs de MM. Jules Duboscq, Jamain et quelques autres opticiens français sont justement appréciés des artistes et des savants. Lorsque Porta faisait construire ses premières chambres noires portatives, il pensait qu'il suffisait, pour reproduire les vues les plus compliquées, qu'une personne même étrangère à l'art du dessin, suivît, avec la pointe d'un crayon, les détails de l'image présentée

par l'écran placé au foyer. L'ingénieux physicien se faisait illusion : lorsqu'il s'agit de tracer, à grands traits, les contours des objets, pour ne pas faillir aux lois de la perspective aérienne (ce dont se préoccupent bien peu de peintres de nos jours) la chambre noire est suffisante; mais lui demander plus, c'est se créer une source de mécomptes.

Il ne devait plus en être ainsi du jour où on parviendrait à obtenir sur l'écran de la chambre noire des images se conservant d'elles-mêmes. Le premier pas à faire, c'était de trouver un enduit qui, étendu sur cet écran, fût sensible aux vibrations lumineuses et en conservât l'impression.

§ 76. — Des substances sensibles aux vibrations lumineuses.

Le chlorure d'argent est le premier des composés chimiques sensibles à l'action de la lumière, sur lesquels portèrent les expériences des chimistes et des physiciens.

Les alchimistes (1) connaissaient le chlorure d'argent à l'état natif et avaient également réussi à le préparer artificiellement. Ils l'appelaient *lune cornée* ou *argent corné*, pour rappeler que ce composé avait

(1) Voyez l'ouvrage de Fabricius, intitulé : *De rebus metallicis*, et imprimé en 1566.

la couleur et la transparence de la corne ; ils avaient fort bien remarqué aussi que l'argent corné, exposé à la lumière, passait du gris jaunâtre au violet, et, par une action plus longtemps prolongée, presque au noir. Cette observation resta enfouie dans l'inextricable grimoire des alchimistes ; ce fut l'illustre Schèele, chimiste suédois, qui la tira de l'oubli et obtint le premier des papiers couverts d'un vernis de chlorure d'argent, parfaitement blanc au moment de sa préparation, et noircissant peu à peu à la lumière. L'heureux rival de notre Lavoisier ne poursuivit pas plus loin ces premiers essais, et il mourut, le 22 mai 1786, ayant eu la gloire d'ouvrir, par ses immenses travaux, l'ère de la chimie moderne, mais n'ayant pas soupçonné jusqu'où son génie pénétrant aurait été entraîné par l'étude attentive de l'action photogénique qu'exercent les rayons lumineux sur le chlorure d'argent.

Charles, physicien français, bien connu par le soin qu'il apportait aux expériences de son cours, se servait de papier de chlorure d'argent, pour obtenir des silhouettes tracées par la lumière elle-même ; mais il est mort au commencement de ce siècle sans faire connaître la méthode qu'il suivait.

Wedgwood, le Bernard Palissy de l'Angleterre, essaya, vers l'année 1802, de produire sur des pa-

piers enduits, les uns de nitrate d'argent, les autres de chlorure d'argent, et placés au foyer d'une chambre noire, la copie de plusieurs peintures de vitraux d'église, mais il ne réussit à obtenir que des images très-pâles. Humphry Davy ne fut pas plus heureux et avança même qu'il n'était possible d'obtenir des images un peu nettes qu'avec un microscope solaire et très-près de la lentille. Du reste, les images de Wedgwood et de Davy ne pouvaient être vues qu'à la lumière artificielle, car ils n'avaient pas trouvé le moyen d'enlever le sel d'argent non impressionné : il en résultait que le fond du dessin ne tardait pas comme le dessin lui-même à noircir à la lumière du jour et à emprisonner dans une teinte noire uniforme le sujet qu'on avait essayé de reproduire.

Au point de vue historique, ces premiers essais pouvaient avoir leur intérêt, mais comme portée artistique ils étaient tout à fait insignifiants.

Enfin, parut Joseph-Nicéphore Niepce, l'un de ces intrépides chercheurs qui s'acharnent envers et contre tout sur une idée pendant toute une existence, et finissent par triompher là où les savants de profession déclarent le problème insoluble ou le but à atteindre indigne de leurs efforts.

Niepce était un propriétaire retiré dans les environs de Châlons-sur-Saône : ses premières recher-

ches en photographie remontent à l'année 1814. Il est consolant de penser qu'au moment où la France frémissait sous les pas de l'étranger, un de ses enfants s'apprêtait à jeter un nouvel éclat sur sa gloire scientifique.

Niepce expérimenta une foule de procédés destinés presque tous à produire, avec les rayons lumineux, de véritables dessins tracés sur un vernis de bitume de Judée, qu'il étendait à la surface d'une plaque métallique ou d'une pierre à lithographie. Voici la méthode qui, entre ses mains, avait donné les meilleurs résultats :

Il commençait par dissoudre du bitume de Judée parfaitement sec dans de l'essence de lavande fraîchement distillée, et le laissait évaporer spontanément à l'air libre jusqu'en consistance de vernis épais qu'il appliquait, par tamponnement, sur une lame métallique polie, par exemple sur du cuivre plaqué d'argent. La plaque, après avoir été soumise à une douce chaleur, restait couverte d'une couche adhérente et blanchâtre : c'était le bitume en poudre.

« La planche (1) ainsi recouverte était placée au foyer de la chambre noire. Au bout d'un certain temps on aperce-

(1) Rapport présenté par Arago à la Chambre des députés, dans la séance du 8 juillet 1839, sur les procédés photographiques de Daguerre et de J. Nicéphore Niepce.

vait sur la poudre de faibles linéaments de l'image. Niepce eut la pensée ingénieuse que ces traits, peu perceptibles, pourraient être renforcés. En effet, en plongeant sa plaque dans un mélange d'huile de lavande et de pétrole, il reconnut que les régions de l'enduit *qui avaient été exposées à la lumière,* restaient presque intactes, tandis que les autres se dissolvaient rapidement et laissaient ensuite le métal à nu. Après avoir lavé la plaque avec de l'eau, on avait donc l'image formée dans la chambre noire, les clairs correspondant aux clairs et les ombres aux ombres. Les clairs étaient formés par la lumière diffuse, provenant de la matière blanchâtre et non polie du bitume; les ombres, par les parties polies et dénudées du miroir: à la condition, bien entendu, que ces parties se *miraient* dans des objets sombres ; à la condition qu'on les plaçait dans une telle position qu'elles ne pussent pas envoyer *spéculairement* vers l'œil quelque lumière un peu vive. Les demi-teintes, quand elles existaient, pouvaient résulter de la partie du vernis qu'une pénétration partielle du dissolvant avait rendue moins mate que les régions restées intactes. »

« Le bitume de Judée réduit en poudre impalpable n'a pas une teinte blanche bien prononcée. On serait plus près de la vérité en disant qu'il est gris. Le contraste entre les clairs et l'ombre, dans les dessins de M. *Niepce,* était donc très-peu marqué. Pour ajouter à l'effet, l'auteur avait songé à noircir, *après coup,* les parties nues du métal, à les faire attaquer soit par le sulfure de potasse, soit par l'iode ; mais il paraît n'avoir pas songé que cette dernière substance, exposée à la lumière du jour,

aurait éprouvé des changements continuels. En tout cas, on voit que M. *Niepce* ne prétendait pas se servir d'iode comme substance *sensitive* ; qu'il ne voulait l'appliquer qu'à titre de substance noircissante, et seulement *après la formation de l'image dans la chambre noire* ; après le renforcement ou, si on l'aime mieux, après le dégagement de cette image par l'action du dissolvant. Dans une pareille opération que seraient devenues les demi-teintes ?

« Au nombre des principaux inconvénients de la méthode de M. *Niepce,* il faut ranger cette circonstance qu'un dissolvant trop fort enlevait quelquefois le vernis par places, à peu près en totalité, et qu'un dissolvant trop faible ne dégageait pas suffisamment l'image. La réussite n'était jamais assurée. »

Ces inconvénients, ces défauts nous paraissent d'une importance capitale, maintenant que les progrès incessants de la photographie nous ont donné le droit d'être difficiles ; mais, à l'époque où Niepce exécutait ses premiers dessins, on peut dire qu'il avait accompli une œuvre de génie et résolu un problème qui avait défié la haute sagacité d'un Wedgwood, d'un Humphry Davy. C'était vers l'année 1826, qu'après douze ans de recherches incessantes, Niepce était arrivé à ce résultat ; c'était aussi à cette époque qu'avaient commencé ses premières relations avec Daguerre, déjà connu du monde artistique par l'invention du diorama, et qui cherchait également à

fixer les images de la chambre noire. A peine se furent-ils connus que Niepce et Daguerre résolurent d'associer leurs efforts et ils signèrent, le 14 décembre 1829, un acte par lequel ils s'engageaient mutuellement à se communiquer les résultats de leurs travaux, pour tâcher d'arriver à une méthode de reproduction sûre et rapide.

Continuons à puiser dans le rapport d'Arago pour bien préciser la part qui revient à chacun d'eux :

« *Daguerre* imagina une méthode qu'on appela la *méthode Niepce perfectionnée*. Il substitua d'abord le résidu de la distillation de l'huile de lavande au bitume, à cause de sa plus grande blancheur et de sa plus grande sensibilité. Ce résidu était dissous dans l'alcool ou dans l'éther. Le liquide déposé ensuite en une couche très-mince et horizontale sur le métal y laissait, en s'évaporant, un enduit pulvérulent uniforme, résultat qu'on n'obtenait pas par tammponnement.

« Après l'exposition de la plaque, ainsi préparée, au foyer de la chambre noire, M. *Daguerre* la plaçait horizontalement et à distance au-dessus d'un vase contenant une huile essentielle à la température ordinaire. Dans cette opération, renfermée entre des limites convenables et qu'un simple coup d'œil, au reste, permettait d'apprécier, la vapeur provenant de l'huile, laissait intactes les particules de l'enduit pulvérulent qui avaient reçu l'action d'une vive lumière; elle pénétrait partiellement, et plsuou moins, les régions du même enduit qui, dans

la chambre noire, correspondaient aux demi-teintes.

« Les parties restées dans l'ombre étaient, elles, pénétrées entièrement.

« Ici le métal ne se montrait à nu dans aucune des parties du dessin; ici les clairs étaient formés par une agglomération d'une multitude de particules blanches et très-mates; les demi-teintes, par des particules également condensées, mais dont la vapeur avait plus ou moins affaibli la blancheur et le mat; les ombres, par des particules, toujours en même nombre, et devenues entièrement diaphanes.

« Plus d'éclat, une plus grande variété de tons, plus de régularité, la certitude de réussir dans la manipulation, de ne jamais emporter aucune portion de l'image, tels étaient les avantages de la méthode modifiée de M. Daguerre, sur celle de M. *Niepce*; malheureusement le résidu de l'huile de lavande, quoique plus sensible à l'action de la lumière que le bitume de Judée, est encore assez paresseux pour que les dessins ne commencent à y poindre qu'après un temps fort long.

« Le genre de modification que le résidu de l'huile de lavande reçoit par l'action de la lumière, et à la suite duquel les vapeurs des huiles essentielles pénètrent cette matière plus ou moins difficilement, nous est encore inconnu. Peut-être doit-on le regarder comme un simple desséchement de particules; peut-être ne faut-il y voir qu'un nouvel arrangement moléculaire. Cette double hypothèse expliquerait comment la modification s'affaiblit graduellement et disparaît à la longue, même dans la plus profonde obscurité.

LE DAGUERRÉOTYPE.

« Dans le procédé auquel le public reconnaissant a donné le nom de *Daguerréotype*, l'enduit de la lame de plaqué, *la toile du tableau* qui reçoit les images, est une couche *jaune d'or* dont la lame se recouvre lorsqu'on la place horizontalement, pendant un certain temps et l'argent en dessous, dans une boîte au fond de laquelle il y a quelques parcelles d'iode abandonnées à l'*évaporation spontanée*.

« Quand cette plaque sort de la chambre obscure, *on n'y voit absolument aucun trait*. La couche jaunâtre *d'iodure d'argent* qui a reçu l'image, paraît encore d'une nuance parfaitement uniforme dans toute son étendue.

« Toutefois, si la plaque est exposée, dans une seconde boîte, au courant ascendant de *vapeur mercurielle* qui s'élève d'une capsule où le liquide est monté, par l'action d'une lampe à esprit-de-vin, à 75° contigrades, cette vapeur produit aussitôt le plus curieux effet. Elle s'attache en abondance aux parties de la surface de la plaque qu'une vive *lumière a frappées;* elle laisse intactes les régions restées dans l'ombre; enfin, elle se précipite sur les espaces qu'occupaient les demi-teintes en plus ou moins grande quantité, suivant que par leur intensité ces demi-teintes se rapprochaient plus ou moins des parties claires ou des parties noires. En s'aidant de la faible lumière d'une chandelle, l'opérateur peut suivre, pas à pas, la formation graduelle de l'image; il peut voir la vapeur mercurielle, comme un pinceau de la plus extrême déli-

catesse, aller marquer du ton convenable chaque partie de la plaque.

« L'image de la chambre noire ainsi reproduite, on doit empêcher que la lumière du jour ne l'altère. M. *Daguerre* arrive à ce résultat, en agitant la plaque dans de l'*hyposulfite de soude* et en la lavant ensuite avec de l'*eau distillée chaude*.

« D'après M. *Daguerre*, l'image se forme mieux sur une lame de plaqué (sur une lame d'argent superposée à une lame de cuivre), que sur une lame d'argent isolée. Ce fait, en le supposant bien établi, semblerait prouver que l'électricité joue un rôle dans ces curieux phénomènes.

« La lame de plaqué doit être d'abord poncée, et décapée ensuite avec l'acide nitrique étendu d'eau. L'influence si utile que joue ici l'acide pourrait bien tenir, comme le pense M. Pelouze, à ce que l'acide enlève à la surface de l'argent les dernières molécules de cuivre.

« Quoique l'épaisseur de la couche jaune d'iode, d'après diverses mesures de M. *Dumas*, ne semble pas devoir s'élever à *un millionnième de millimètre*, il importe, pour la parfaite dégradation des ombres et des lumières, que cette épaisseur soit exactement la même partout. M. *Daguerre* empêche qu'il ne se dépose plus d'iode aux bords qu'au centre, en mettant autour de sa plaque une languette du même métal, large de 6 millimètres environ et qu'on fixe avec des clous sur la tablette de bois qui porte le tout. On ne sait pas encore expliquer d'une manière satisfaisante le mode physique d'action de cette languette.

« Voici une circonstance non moins mystérieuse : si l'on veut que l'image produise le maximum d'effet dans la position ordinaire des tableaux (dans la position verticale), il sera nécessaire que la plaque se présente sous l'inclinaison de 45°, au courant ascendant vertical de la vapeur mercurielle. Si la plaque était horizontale au moment de la précipitation du mercure, au moment de la naissance de l'image, ce serait sous l'angle de 45° qu'il faudrait la regarder pour trouver le maximum d'effet.

« Quand on cherche à expliquer le singulier procédé de M. *Daguerre*, il se présente immédiatement à l'esprit l'idée que la lumière, dans la chambre obscure, détermine la vaporisation de *l'iode, partout où elle* frappe la couche dorée*; que là le métal est mis à nu; que* la vapeur mercurielle agit librement sur ces parties dénudées, pendant la seconde opération, et y produit un amalgame blanc et mat; que le lavage avec l'hyposulfite a pour but, chimiquement, l'enlèvement des particules d'iode dont la lumière n'a pas produit le dégagement; artistiquement, la mise à nu des parties miroitantes qui doivent faire les noirs.

« Mais, dans cette théorie, que seraient ces demi-teintes sans nombre et si merveilleusement dégradées qu'offrent les dessins de M. Daguerre? Un seul fait prouvera d'ailleurs que les choses ne sont pas aussi simples :

« La lame de plaqué n'augmente pas de poids d'une manière appréciable en se couvrant de la couche d'iode jaune d'or. L'augmentation, au contraire, est très-sensible sous l'action de la vapeur mercurielle; eh bien ! M. Pelouze s'est assuré qu'après le lavage dans l'hypo-

sulfite, la plaque, malgré la présence d'un peu d'amalgame à la surface, *pèse moins qu'avant de commencer l'opération*. L'hyposulfite enlève donc de l'argent. L'examen chimique du liquide montre qu'il en est réellement ainsi.

« Pour rendre compte des effets de lumière que les dessins de M. Daguerre présentent, il semblait suffisant d'admettre que la lame d'argent se couvrait, pendant l'action de la vapeur mercurielle, de sphérules d'amalgame ; que ces sphérules, très-rapprochées dans les clairs, diminuaient graduellement en nombre dans les demi-teintes, jusqu'aux noirs où il ne devait y en avoir aucune.

« La conjecture du physicien a été vérifiée. M. *Dumas* a reconnu au microscope que les clairs et les demi-teintes sont réellement formés par des sphérules dont le diamètre lui a paru, ainsi qu'à M. Adolphe *Brongniart*, être très-régulièrement *d'un huit-centième de millimètre*. Mais alors pourquoi la nécessité d'une inclinaison de la plaque de 45°, au moment de la précipitation de la vapeur mercurielle ? Cette inclinaison, en la supposant indispensable avec M. Daguerre, ne semblait-elle pas indiquer l'intervention d'aiguilles ou de filets cristallins qui se prenaient, qui se solidifiaient, qui se groupaient toujours verticalement dans un liquide parfait ou dans un demi-liquide, et avaient ainsi, relativement à la plaque, une position dépendante de l'inclinaison qu'on avait donnée à celle-ci ?

« On fera peut-être des milliers de beaux dessins avec le *Daguerréotype*, avant que son mode d'action ait été bien complétement analysé. »

Après un rapport aussi précis, où chaque inventeur est apprécié scrupuleusement suivant son mérite, il est incroyable qu'on ait osé reprocher à Daguerre d'avoir dépouillé Niepce à son profit. La part de gloire qui revient à chacun d'eux est assez belle sans qu'on cherche à exalter l'un aux dépens de l'autre.

On se rappelle l'enthousiasme qu'excita en France l'apparition des premières épreuves daguerriennes; les gens du monde étaient surpris de la précision du dessin, mais ne pouvaient se faire au miroitement des plaques métalliques; les artistes ne se lassaient pas d'étudier ces reproductions fidèles de la nature et cherchaient avec passion à en comprendre les grandes leçons.

« En présence de ces traductions du naturel, dit M. J. B. Delestre (1), un de nos peintres les plus distingués, on comprenait mieux les maîtres anciens. La pureté et la noblesse des contours rappelaient le crayon de Raphaël et de son école savante. La suavité des demi-teintes d'un visage de femme faisait rêver au temps où Léonard de Vinci fixait sur une toile immortelle les traits ravissants de la Joconde. On retrouvait le caractère énergique du modelé de

(1) J. B. Delestre, *Annuaire de la photographie*, 1858.

Rembrandt dans les tons vigoureux d'un dessin où le jour, frappant d'aplomb l'objet principal, s'évanouissait bientôt pour laisser l'ombre concourir à la puissance du relief et le rendre plus saillant encore.

« Terburg semblait revivre dans ces soieries étalant leurs chatoyants reflets ; Rubens entendait ainsi le clair-obscur. Les secrets de la haute peinture se dévoilaient aussi devant cette révélation inattendue. On possédait une unité de comparaison pour former ou redresser son jugement et mieux apprécier les qualités des diverses productions artistiques. Si la photographie condamnait plus d'un auteur à réputation usurpée, elle glorifiait le peintre respectueux devant la nature.

« La photographie montrait le parti que l'on pouvait tirer de certaines dispositions, dont l'arrangement fortuit n'éveillait pas l'attention et qui, rendues par l'épreuve, offraient un aspect singulièrement pittoresque. Tel coin de terrain, négligé par le paysagiste, apparaissait dans sa naïveté d'exécution comme un tableau de Ruysdael. Telle tête, considérée comme insignifiante, prenait dans la chambre noire un caractère nouveau, dont la peinture pouvait utiliser la forme et l'expression. »

Daguerre avait donc réalisé un immense progrès et il avait pris un tel soin d'indiquer avec précision

les procédés qu'il employait, que, sauf quelques perfectionnements, sa méthode est encore exactement suivie. Comme lui, on opère sur plaques de cuivre plaquées d'argent, la couche sensible est l'iodure d'argent, l'agent révélateur est la vapeur de mercure : c'est aussi avec l'hyposulfite qu'on dépouille l'image ; mais cette image, au lieu de s'enlever comme une fine poussière sous le frottement d'une barbe de plume est maintenant aussi fixe qu'une gravure sur acier, grâce à l'ingénieux perfectionnement apporté par M. Fizeau à la découverte de Daguerre. M. Fizeau a pensé que les images daguerriennes étant produites par un dépôt mercuriel, il serait facile de les rendre inaltérables en les couvrant d'un vernis d'or, et l'expérience est venue confirmer complétement ses prévisions. Il suffit d'étendre sur l'image mercurielle une couche de bain d'hyposulfite d'or et de soude (*voy.* § 11, p. 33), et de chauffer à la lampe à alcool jusqu'à ce que le liquide fume, pour voir aussitôt l'épreuve prendre un relief et une harmonie de tons vraiment surprenants. On lave à grande eau et l'image dorée est désormais insensible aux frottements mécaniques et à l'action de la lumière.

Quant au défaut du miroitement, personne n'a encore été assez heureux pour le détruire, et il est pro-

bable qu'il sera toujours inhérent à l'emploi des plaques métalliques. Aussi aucun opérateur ne s'est appliqué à aborder ce problème de front, et on a mieux aimé chercher à tourner la difficulté, c'est-à-dire à opérer sur des surfaces mates, ne faisant pas miroir, le papier par exemple.

Dès l'année 1831, c'est-à-dire au moment où Daguerre n'avait pas encore fait connaître sa découverte, M. Talbot publia, dans le *Philosophical Magazine,* une notice étendue sur les procédés qu'il suivait pour obtenir, sur papier préparé au chlorure d'argent, des épreuves photographiques positives par application. Cette notice commençait à peine à être connue en France et fort peu comprise qu'éclata la découverte de Daguerre. La nouveauté de ses procédés, la clarté avec laquelle ils étaient exposés dans la brochure de Daguerre et dans le rapport d'Arago, tournèrent toutes les têtes, et les travaux de M. Talbot furent bien vite oubliés.

En 1841, M. Biot fit connaître à l'Institut la méthode du photographe anglais, mais il ne parvint pas à fixer l'attention du public sur ce sujet important : la fièvre du daguerréotype durait encore. Ce ne fut que dans ces dernières années que M. Bayard et surtout M. Blanquart-Évrard, reprenant les idées de M. Talbot et les perfectionnant, firent connaître

et adopter leurs procédés de photographie sur papier.

Enfin M. Le Gray, publia un traité de photographie où furent exposées avec beaucoup de clarté, des méthodes très-simples pour obtenir sur papier ciré et sensibilisé à l'iodure d'argent, des négatifs servant de clichés comme les épreuves négatives sur collodion et des positifs sur papier sensibilisé au chlorure d'argent.

Cependant, malgré tant d'efforts, les épreuves photographiques sur papier ne réussissaient qu'entre des mains expérimentées, les amateurs se décourageaient en voyant leurs clichés et leurs positifs gâtés par des taches et des marbrures qu'aucune précaution ne pouvait empêcher de se produire. La cause de ces accidents était bien simple et tenait seulement à ce que les plus beaux papiers du commerce n'étaient pas encore d'une pâte assez pure pour les besoins de la photographie. La moindre trace d'un corps étranger (la plupart du temps c'est de l'oxyde de fer), la plus petite inégalité dans l'épaisseur des feuilles suffisent en effet pour produire des taches. Plusieurs fabricants, les frères Canson, Marion, etc., se mirent à l'œuvre et réussirent à obtenir des papiers beaucoup plus parfaits. Puis vinrent les papiers de Saxe, qui d'abord étaient bien supérieurs à tous les autres,

mais qui commencent déjà à être moins irréprochables. Le neveu de Nicéphore Niepce, M. Niepce de Saint-Victor, jaloux de se montrer digne de son nom, chercha à remplacer le papier ciré et fut le premier à proposer l'emploi de l'albumine étendue sur verre. On sait quel heureux parti l'industrie photographique a su tirer des procédés ingénieux que M. Niepce a libéralement communiqués au public, et nous avons vu, au chapitre consacré aux photographies sur albumine, combien il était facile d'obtenir ces épreuves transparentes sur verre, si propres à produire les effets stéréoscopiqnes les plus gracieux.

Quelles que soient les méthodes employées jusqu'ici, nous voyons que les agents impressionnables à la lumière sont toujours le bitume de Judée ou les sels d'argent (nitrate, iodure, bromure, chlorure). D'autres composés ont été vantés tour à tour; mais, comme nous n'avons pas eu occasion de les étudier d'une manière spéciale, nous ne ferons que citer le nitrate d'urane, proposé dans ces derniers temps par M. Niepce, le bichromate de potasse mêlé à la gélatine, employé par M. Poitevin dans ses essais de lithophotographie, enfin le citrate de fer que MM. Salmon et Garnier ont adopté pour leurs photographies au charbon. Nous verrons plus

loin quelle différence d'action la lumière exerce sur ces derniers sels, sur le bitume de Judée et sur les sels d'argent.

§ 77. — Théorie de la production des images photographiques.

Revenons maintenant sur nos pas et, tout en résumant les opérations que nous avons exécutées pour obtenir des épreuves photographiques sur collodion, sur papier et sur albumine, tâchons de nous expliquer la nature des forces chimiques et physiques concourant à la production des images.

Pour obtenir une épreuve positive ou négative sur collodion, il faut passer successivement par les manipulations suivantes :

Nettoyer les glaces;

Préparer le bain de nitrate d'argent;

Préparer le collodion simple et le collodion iodobromuré;

Collodionner les glaces;

Sensibiliser le collodion, c'est-à-dire le couvrir d'une couche d'iodure d'argent ;

Exposer dans la chambre noire la plaque de collodion sensibilisé et encore humide ;

Développer l'image dans la chambre obscure au

moyen d'un réductif (sulfate de fer, acide pyrogallique, etc.);

Dépouiller l'image, par le cyanure ou l'hyposulfite, de tout l'iodure d'argent non impressionné par la lumière;

Enfin harmoniser l'épreuve avec la liqueur pyrogallique.

Ce qui revient, en définitive, à étendre sur un plan de glace une couche sensible d'iodure d'argent emprisonné dans du collodion, à l'impressionner à la lumière et à faire apparaître par réduction l'image qu'il ne reste plus qu'à dépouiller par les dissolvants appropriés de tout l'iodure d'argent devenu inutile.

Voyons maintenant quelle est la théorie de ces opérations :

Tous les corps de la nature sont pesants, tous s'attirent les uns les autres. L'attraction est donc une force universelle, qui régit partout la matière. Lorsque cette attraction s'accomplit à distance, elle prend le nom de gravitation et s'exerce en raison directe des masses, en raison inverse du carré de la distance ; lorsqu'elle s'accomplit entre les dernières particules des corps, elle prend le nom d'attraction moléculaire, mais ses lois nous sont tout à fait inconnues. On sait seulement que l'attraction moléculaire tend, avec une énergie extraordinaire, à faire coïnci-

der ensemble les particules des corps, mais qu'elle en est empêchée par la force élastique de la chaleur qui tend au contraire à maintenir ces particules à distance.

Dans les gaz, la force expansive du calorique l'emporte sur l'attraction moléculaire.

Dans les solides, c'est l'attraction moléculaire qui l'emporte sur la chaleur.

Dans les liquides les deux forces semblent à peu près en équilibre.

Aussi les gaz tendent-ils à augmenter sans cesse de volume, tandis que les solides ne peuvent être comprimés ou dilatés que dans certaines limites et que les liquides sont pour ainsi dire incompressibles. Sous quelque état qu'un corps existe, ses molécules sont toujours en mouvement et oscillent les unes autour des autres dans certaines conditions de distance et de symétrie qui subsistent tant qu'une cause extérieure (la chaleur, la lumière, l'électricité, etc.) ne vient pas les modifier. Le repos n'existe donc nulle part dans la nature, pas plus pour les corps célestes lancés dans les espaces planétaires, que pour les dernières molécules de la matière.

On conçoit que ces mouvements particulaires qui s'exercent à l'intérieur des corps et dans les limites de l'attraction moléculaire varient pour chaque sub-

stance. Les unes, telles que le charbon, la pierre à porcelaine, le platine, seront pour ainsi dire insensibles à l'action de la chaleur, tandis que d'autres, comme la plupart des matières organiques, se détruiront complétement ou se transformeront en d'autres produits. Les unes pourront être martelées, étirées à la filière, tourmentées en un mot par une foule d'opérations mécaniques, ou exposées des années entières à la lumière sans en être le moins du monde affectées dans leurs propriétés physiques et chimiques (or, cuivre, argent et presque tous les métaux), tandis que d'autres se détruiront par le plus petit frottement (iodure et chlorure d'azote, fulminates métalliques, etc.), ou se coloreront à la lumière, en subissant une altération plus ou moins profonde dans leur composition élémentaire (iodure de plomb, chlorure et iodure d'argent, bichromate d'ammoniaque mélangé de matières organiques solubles, citrate de fer, sulfure rouge de mercure...). Lorsqu'un corps donné est ainsi modifié, évidemment les conditions de son équilibre moléculaire sont changées. Si l'on prend, par exemple, de l'iodure d'argent parfaitement sec et préparé dans l'obscurité, ses molécules oscilleront les unes autour des autres, ou, si on l'aime mieux, vibreront dans de certaines conditions d'équilibre qui resteront invariables tant qu'on conservera ce composé

dans une chambre obscure ; mais vient-on à l'exposer à la lumière, aussitôt il noircit et sa composition chimique est profondément changée. Les vibrations lumineuses ont été assez puissantes pour changer la nature des vibrations moléculaires de l'iodure d'argent blanc. Il y a ceci de particulier que non-seulement l'iodure est fortement modifié, mais encore qu'il peut communiquer à d'autres corps l'ébranlement qu'il a reçu. C'est ainsi qu'un mélange d'iodure et de nitrate d'argent restera dans l'obscurité, en présence d'une solution d'un corps réducteur (sulfate de fer, acide gallique ou pyrogallique), sans s'altérer; mais vient-on à faire intervenir l'action de la lumière, immédiatement l'iodure d'argent est impressionné et la perturbation moléculaire qu'il éprouve, se communiquant au nitrate d'argent, le décompose chimiquement et en précipite le métal.

Lorsqu'on fait une épreuve à la chambre noire sur collodion ou albumine préparés à l'iodure d'argent, c'est l'iodure d'argent qui est la substance sensible et qui reçoit la première impression, mais cette impression est tellement légère et rapide, qu'elle est invisible pour nos yeux : elle existe cependant, puisque de retour dans la chambre obscure on la fait apparaître, en produisant une image par le sulfate de fer ou toute autre substance réductrice.

Une expérience bien simple établit nettement le rôle que joue l'iodure d'argent dans la production de l'image. Si vous préparez une glace couverte de collodion sensibilisé et qu'au sortir du bain d'argent vous la laviez avec le plus grand soin, vous aurez beau exposer cette plaque dans la chambre noire le temps nécessaire, elle ne vous donnera pas d'image par les réductifs, mais si vous ne la lavez pas, c'est-à-dire si vous la laissez imprégnée de la partie du bain d'argent qu'elle entraîne à sa surface, vous aurez une image. Vous pourrez encore produire une image avec une glace couverte de collodion sensibilisé et lavé, si, après l'avoir impressionnée dans le daguerréotype, vous opérez avec un mélange de réductif pyrogallique et de nitrate d'argent. C'est, du reste, ce procédé qu'on suit pour les glaces préparées au collodion sec ou à l'albumine. Ce n'est donc pas l'iodure d'argent qui produit l'image sous l'influence du réductif, mais c'est bien le nitrate d'argent qui se réduit et qui donne l'image en laissant déposer son métal proportionnellement à l'impression produite sur l'iodure d'argent par la lumière.

Bien entendu que si on laissait très-longtemps exposée à l'action de la lumière soit dans le daguerréotype soit dans le châssis-presse une glace préparée au collodion sensibilisé et lavé, l'iodure d'argent noircirait

et s'altérerait chimiquement absolument comme le chlorure d'argent des papiers sensibilisés servant à préparer les positifs par application. Soit pour les plaques de collodion ou d'albumine sensibilisés, soit pour les papiers sensibilisés, partout enfin, où il y a une surface de chlorure ou d'iodure d'argent exposée à l'action de la lumière, il faut distinguer deux genres d'action : ou la couche sensible est longtemps exposée aux rayons solaires, et le dessin se produit par altération chimique (épreuves positives sur papier); ou bien l'exposition ne dure que quelques secondes et n'excite sur l'iodure ou le chlorure d'argent qu'un premier ébranlement moléculaire qui se communiquera plus tard au nitrate d'argent et fera naître l'image par la réduction de ce dernier sel.

Ces deux actions distinctes peuvent être constatées sur papier comme sur collodion. Nous avons vu (§ 16, p. 52) comment on produisait les images positives par application. C'est une véritable décomposition chimique du chlorure d'argent.

Le résultat de cette décomposition est un mélange d'argent métallique et d'oxyde d'argent, et il ne reste plus qu'à enlever, avec l'hyposulfite, l'excès de chlorure non attaqué et devenu inutile.

Mais on peut obtenir une épreuve positive sur pa-

pier absolument comme nous les avons obtenues sur albumine (§ 32, p. 84), seulement, une fois le papier sensibilisé, il faut le dépouiller à l'eau distillée de tout le nitrate d'argent qu'il retient. Cette feuille est exposée, sous un négatif, quelques secondes à la lumière, on la rapporte dans la chambre obscure, on la plonge dans le bain d'acide gallique et de nitrate d'argent et l'image apparaît peu à peu.

§ 78. — Théorie du collodion sec.

Les photographes ont cherché longtemps et cherchent encore un collodion sec irréprochable. De nombreuses formules ont été proposées et abandonnées tour à tour. D'où vient donc qu'on n'ait pas réussi plus tôt à résoudre un problème aussi simple? La principale cause de cet insuccès, c'est qu'on avait mal compris les conditions dans lesquelles on réussit avec le collodion humide. On croyait en effet que si on obtenait si facilement, en quelques secondes et sans aucun accident, des épreuves avec les glaces collodionnées et exposées à la chambre noire aussitôt après leur sortie du bain d'argent, c'est que la surface du collodion était encore toute couverte d'eau.

D'après ce système, la couche sensible n'était impressionnée que parce qu'elle était humide; la pré-

sence de l'eau paraissait nécessaire pour maintenir la pureté chimique de l'iodure d'argent : de là une foule de tentatives pour obtenir des collodions qui, une fois sensibilisés et étendus sur les glaces, restassent toujours hygrométriques; tentatives qui devaient être infructueuses, et voici pourquoi :

Lorsqu'on regarde à la loupe et au sortir du bain de nitrate d'argent, la surface d'un collodion sensibilisé, on aperçoit une myriade de globules d'iodure d'argent séparés les uns des autres par des intervalles parfaitement appréciables. En lavant cette plaque à l'eau distillée et la laissant sécher spontanément, la disposition du précipité ne sera nullement changée. Vient-on maintenant à l'exposer à l'action de la lumière, la modification qu'il doit éprouver pour donner plus tard une image par les agents réducteurs est très-lente à s'accomplir, souvent même le temps de pose est indéfini. Cela tient à ce que l'iodure d'argent emprisonné dans le collodion constitue une fine poussière dont tous les grains sont maintenus à distance les uns des autres et reçoivent séparément l'impression de la lumière : de là une grande lenteur dans l'action produite. Si, par un artifice quelconque, on parvient à relier entre eux tous ces éléments séparés, l'action de la lumière ne s'épuisera plus en efforts partiels, mais s'exercera sur une sur-

face unique vibrant tout d'une pièce. Quand les plaques de collodion sensibilisé sont exposées à la chambre noire, au sortir du bain de nitrate d'argent dont elles retiennent toujours une partie, on ne fait autre chose que rendre continue la surface impressionnable dont tous les points sont reliés ensemble par une nappe d'eau faisant fonction de vernis. De même, les plaques d'albumine sensibilisée doivent être considérées comme un précipité d'iodure d'argent dont toutes les parties sont réunies entre elles non pas par un tissu feutré et inégal, comme cela a lieu pour le collodion, mais par un véritable vernis d'albumine spontanément desséchée. Aussi, peut-on, sans autre détour, opérer à sec avec de pareilles plaques, seulement leur préparation présente quelques difficultés, et le temps qu'elles exigent pour s'impressionner est beaucoup plus considérable que pour le collodion humide.

Ainsi, dans le collodion humide sensibilisé l'eau n'agit pas chimiquement mais à la manière d'un vernis continu. Si donc, on est obligé d'opérer avec du collodion sec, il faudra y introduire une substance résineuse formant sur les glaces, après dessiccation, une couche sensible se tenant tout d'une pièce, c'est-à-dire ne présentant aucune solution de continuité.

§ 79. — Du stéréoscope et de la vision binoculaire.

Parmi les instruments de physique susceptibles d'application industrielle, il en est peu qui soient devenus aussi promptement populaires que le stéréoscope. On a voulu faire remonter l'idée première de cet instrument à Léonard de Vinci, mais elle appartient incontestablement à M. Wheatstone (1).

M. Govi, professeur de physique à Florence, a eu l'obligeance de me traduire le passage du *Traité de la peinture* où Léonard de Vinci expose ses idées sur la vision. On verra bien que l'illustre peintre s'était formé une opinion très-juste sur la sensation du relief, mais de là à l'invention du stéréoscope il y a loin.

(1) Cicéron, dans un de ses discours, dit qu'il serait fort singulier de pouvoir former une phrase d'un sens raisonnable en jetant au hasard des lettres sur le sable. César rapporte quelque part dans ses *Commentaires* que, s'étant approché à la pointe du jour du camp des Gaulois, campés sur les bords du Rhône, il les vit très-distinctement faire leurs préparatifs de départ, et aperçut, malgré un brouillard assez épais, plusieurs barques chargées de soldats quitter les rives, semblant entraîner, avec leurs voiles, *les vapeurs* dont elles étaient entourées. Eh bien, il s'est trouvé des traducteurs assez ingénieux pour trouver dans ces passages la preuve certaine que Cicéron avait eu la première idée de l'invention de l'imprimerie, et que César avait vu des bateaux à vapeur descendre le Rhône. C'est absolument au même titre que Léonard de Vinci est l'inventeur du stéréoscope.

Voici ce passage :

CHOSES PEINTES.

« *Pourquoi les peintures ne peuvent jamais paraître aussi détachées que les choses naturelles ?*

« Les peintres se désespèrent parfois en voulant imiter la nature, lorsqu'ils voient que leurs œuvres n'ont ni le relief ni la vivacité des choses vues dans un miroir, quoiqu'ils affirment que les couleurs dont ils font usage sont de beaucoup plus lumineuses ou plus sombres que les lumières ou les ombres des objets vus dans une glace, et ils en accusent leur ignorance et non pas le motif véritable qu'ils ne connaissent guère. Il est impossible qu'une chose peinte paraisse avoir un relief comparable à celui des choses vues dans le miroir, quoiqu'elles soient toutes les deux vues sur une surface plane, à moins qu'on ne regarde dans la glace avec un seul œil. En voici la raison :

« Lorsque les deux yeux A et B (*fig.* 26) voient à la fois un objet M et un autre objet N placé en avant, cela tient à ce que la base des lignes visuelles est tellement large qu'elle laisse voir le second corps derrière le premier, mais si vous ne regardez plus que d'un œil, comme en S, le corps F couvrira K, parce que le cône visuel naît d'un seul point et a sa base

sur le premier corps, en sorte que le second d'égale grandeur ne sera jamais vu. »

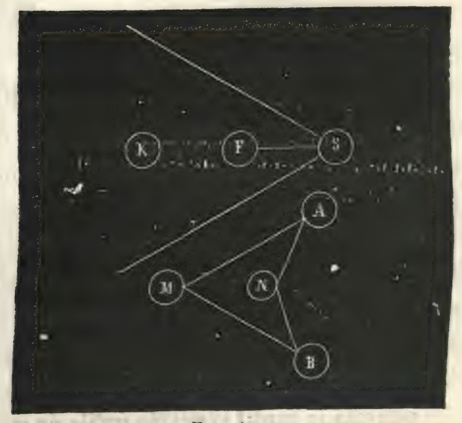


Fig. 26.

« *Pourquoi les choses exactement dessinées d'après nature ne paraissent pas avoir le même relief que les choses naturelles?*

« Il est impossible que la peinture, quoique exécutée avec la plus grande perfection d'ombres, de lumière et de couleur paraisse avec le même relief que les choses naturelles, *à moins que les choses naturelles ne soient vues de très-loin et avec un seul œil*. En voici la preuve : Supposons que les yeux soient placés en A et B (*fig.* 27) et voient l'objet C avec le concours des lignes centrales AC et BC, je dis que les lignes laté-

rales à cette centrale voient derrière l'objet l'espace DG; l'œil A voit tout l'espace FD et l'œil B voit tout

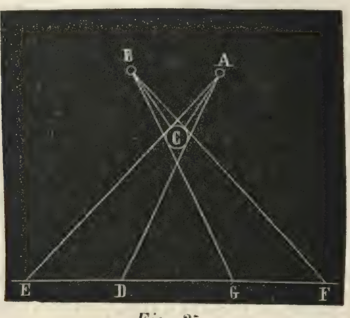


Fig. 27.

l'espace EG; donc les deux yeux voient derrière l'objet C tout l'espace EF, ce qui fait qu'un tel objet C se trouve transparent, d'après la définition rigoureuse de la transparence derrière laquelle rien ne se cache, ce qui ne saurait arriver à celui qui regarde avec un seul œil placé en A un objet C plus grand que ce même œil (*fig.* 28).

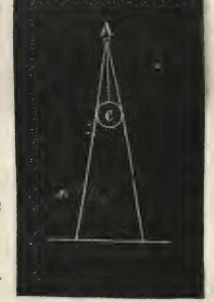


Fig. 28.

« D'après ce qui vient d'être dit, nous pouvons conclure ceci : attendu qu'une chose peinte occupe tout l'espace qui est derrière, il n'y a aucun moyen de voir la plus petite par-

tie du champ caché par sa ligne circonférentielle. »
Après avoir démontré d'une manière un peu obscure que de deux corps opaques placés à des distances différentes, celui-là paraîtra le plus en relief qui sera le plus près de l'œil, Léonard de Vinci termine par le paragraphe suivant qui n'est pas non plus très-clair :

« Les choses en relief vues de près avec un seul œil seront en tout semblables à une peinture parfaite.

« En effet, si vous regardez avec les yeux placés en A et B (*fig.* 29) le point C, il semblera que ce point C soit en DF, et si vous regardez avec un seul œil placé en G (*fig.* 30) le point H, ce point H vous pa-

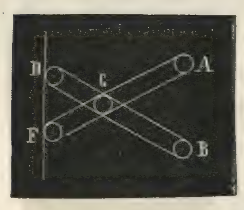


Fig. 29.

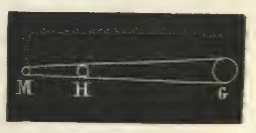


Fig. 30.

raîtra transporté en M : mais une peinture n'aura jamais cette différence. »

Malgré ce premier trait de lumière lancé sur la théorie de la vision binoculaire, les physiciens et les physiologistes ne s'étaient pas rendu compte,

avant M. Wheatstone, de l'impossibilité d'obtenir la sensation du relief sans le concours des deux yeux. Les personnes privées d'un œil jugent cependant assez exactement des distances respectives de plusieurs objets situés dans des plans différents; mais cela tient au sentiment et à l'étude de la perspective aérienne, ainsi qu'à l'appréciation des effets de parallaxe produits par de légers déplacements de l'œil.

Si l'on pose sur un plan un prisme droit à base carrée, de manière que l'un de ses pans soit exactement perpendiculaire à la direction des yeux et qu'on se place à la distance de la vue distincte, évidemment on n'apercevra qu'une surface plane, mais, si l'on se déplace un peu à gauche du prisme et qu'on ne le regarde plus qu'avec l'œil gauche, on commencera à apercevoir la surface latérale située du même côté et il semblera que, les rayons visuels pouvant en quelque sorte commencer à tourner derrière le prisme, l'observateur le distingue et l'isole mieux dans l'espace. — Il en sera de même si l'observateur, se déplaçant à droite, ne le regarde qu'avec l'œil droit.

Dans l'un et l'autre genre de vision le prisme est plus nettement distingué des objets environnants; mais il n'y a pas une sensation réelle du relief.

Imaginons maintenant que, par un artifice quelconque, les deux yeux puissent (toujours à la distance de la vue distincte) percevoir à la fois les deux visions droite et gauche du même prisme, et que ces deux sensations se confondent en une seule ; il en résultera nécessairement un effet de relief extraordinaire. C'est ce résultat que M. Wheatstone a atteint le premier par une foule d'expériences curieuses, qui toutes se réduisent à celle-ci :

Faire deux dessins exactement semblables d'un même objet en ayant soin que l'un représente l'objet vu un peu à gauche et l'autre l'objet vu un peu à droite. La hauteur et la largeur seront géométriquement semblables de part et d'autre et les centres des deux images correspondront au même point du sujet. Supposons maintenant qu'un observateur dispose ces deux dessins verticalement en regard l'un de l'autre et s'avance entre eux, tenant à la hauteur des yeux, deux miroirs inclinés à 90° dont l'arête d'intersection soit verticale. Si les deux dessins sont disposés à une distance convenable, leurs images apparaîtront derrière les miroirs dans un plan perpendiculaire à la direction de la vision, et les yeux les percevront en même temps les confondant en une seule sensation. Nous avons dit que le sujet reproduit par l'une des deux images était tel que l'aper-

cevrait un observateur placé à sa droite et que l'autre image représentait au contraire le même sujet tel que l'apercevrait le même observateur placé à sa gauche. Il en résulte que ces deux vues, dont les effets sont forcés dans deux sens opposés, étant confondues en une seule, il doit sembler à celui qui les juge qu'il peut en quelque sorte tourner à droite et à gauche des objets, ce qui produit un saisissant effet de relief.

Le système précédent est le premier que M. Wheatstone ait adopté ; il constitue le stéréoscope par réflexion. Comme premier essai, cet appareil est un véritable événement dans l'histoire des sciences, mais comme application pratique il n'a pas la même valeur. Être à chaque fois dans l'obligation de régler la position et la distance des deux dessins parallèles et en percevoir l'image par réflexion dans deux miroirs faisant entre eux un angle de 90°, il y a là de quoi devenir louche jusqu'à la fin de ses jours.

M. Wheatstone l'avait bien senti, et il avait cherché à combiner un autre système où les images seraient vues par réfraction ; toutefois il ne paraît pas avoir attaché une grande importance à ces nouvelles recherches qui restèrent ignorées et incomplètes.

C'est à M. Brewster qu'est dû le mérite d'avoir trouvé et popularisé le premier le stéréoscope par réfraction. Imaginons qu'on ait obtenu la double représentation photographique d'un prisme AE (*fig.* 31) de manière à ce que de ces deux images

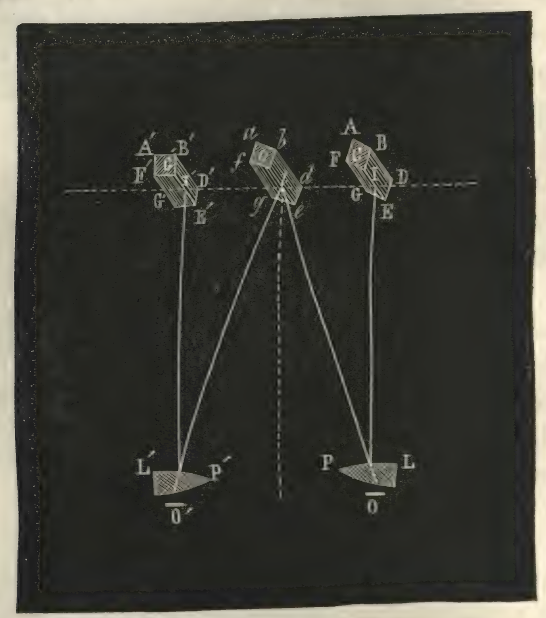


Fig. 31.

prises mathématiquement à la même distance de l'objet, l'une soit vue un peu à droite comme AE et l'autre un peu à gauche comme A'E'. Dans la pre-

mière, la face BCDE sera plus grande que la face CFGE; dans la seconde au contraire, la face B′C′D′E′ sera plus petite que la face C′F′G′E′. Regardons maintenant la figure AE avec l'œil droit placé en O et à travers le prisme P : les rayons lumineux réfléchis par AE pénétreront dans le prisme en se réfractant vers la base *l* et l'œil les reportera, suivant la même direction, en *ae*. De même l'œil gauche placé en O′ reportera en *ae* l'image A′E′. Les deux sensations étant confondues en une seule, l'observateur n'apercevra qu'une seule image ; seulement cela lui demandera quelques secondes d'attention, parce qu'il lui faudra amener la coïncidence complète de deux dessins dont les centres I et I′ sont les seuls points qui se confondent mathématiquement ; mais comme les autres points, lignes et surfaces de l'image droite et de l'image gauche sont ramenés très-près les uns des autres, il suffira d'un très-petit effort de volonté pour n'apercevoir qu'une image très-nette et qui, à cause de la manière dont elle s'est produite, apparaîtra parfaitement en relief.

Au lieu de prendre des prismes, sir David Brewster eut l'heureuse idée de couper en deux une lentille biconvexe et de placer la moitié gauche devant l'œil droit, la moitié droite devant l'œil gauche. De cette manière, tout en conservant l'effet de déviation pro-

duit par des prismes, ces demi-lentilles ont l'avantage de rejeter les images à la distance de la vue distincte et de les grossir, ce qui permet de fixer bien plus nettement la vision et d'employer des dessins stéréoscopiques beaucoup plus petits et plus chargés de détails.

C'était là, à coup sûr, un immense progrès, et cependant il ne fut pas compris en Angleterre. La première publication de M. Brewster date de 1844, et ce ne fut qu'en 1850, que, fatigué de ne pouvoir faire exécuter son stéréoscope par les opticiens de Londres, l'éminent physicien vint à Paris et chargea M. J. Duboscq de construire son appareil. C'est dire que les idées nouvelles de M. Brewster furent immédiatement comprises et les stéréoscopes par réfraction rapidement répandus dans le commerce. A partir de ce moment, M. J. Duboscq s'occupa de perfectionner le stéréoscope Brewster et d'en étendre les applications. Jusque-là on ne pouvait introduire dans l'instrument que des images sur papier et sur plaques daguerriennes destinées à être vues par réflexion. M. J. Duboscq, en enlevant le fond du stéréoscope et le remplaçant par un verre dépoli, créa ainsi une première modification qui permit de faire servir aux effets stéréoscopiques les épreuves transparentes obtenues sur verre albuminé. La perfection

de ce genre d'épreuves, et la douce diffusion de la lumière produite par le verre dépoli, doublèrent le charme du stéréoscope.

L'habile opticien s'occupa ensuite d'accommoder le stéréoscope à tous les genres de vue.

En regardant sans verres d'aucune espèce une double épreuve stéréoscopique et louchant fortement, on peut amener la coïncidence des deux images; les lentilles-prismes du stéréoscope évitent précisément à l'observateur la nécessité fatigante de faire produire aux yeux cet effet de strabisme, et elles l'évitent en déviant les rayons qui arrivent des divers points de l'image : cette déviation doit être telle que les images soient reportées dans l'espace exactement à la distance de la vue distincte. Or la distance de la vue distincte n'est pas la même pour tous les observateurs. Il en résulte qu'un stéréoscope réglé pour une vue moyenne ne saurait convenir à un myope ni à un presbyte, à moins de faire subir volontairement aux axes optiques une légère déviation qui amène promptement une grande fatigue des yeux. Cet effort instinctif qu'on accomplit par habitude de la vision binoculaire suffit bien pour amener la coïncidence des images, mais ne rend pas la vision plus nette. Pour remédier à cet inconvén[illegible] Duboscq a séparé dans les demi-

lentilles de Brewster l'effet prismatique de l'effet lenticulaire. La déviation est produite par des prismes fixes et le grossissement par des lentilles mobiles. On peut au moyen de vis régler soi-même la distance des prismes aux lentilles de telle manière que la vision des épreuves ne soit plus une souffrance.

Cette séparation du prisme et de la lentille permet en outre de corriger un défaut très-singulier qui se présente dans les grandes épreuves. En effet, par suite de la déviation prismatique, les lignes exactement horizontales ou verticales, comme les arêtes d'un monument, paraissent courbées d'avant en arrière comme si la partie moyenne avait reculé d'une certaine quantité. C'est l'effet inverse de celui qui se produit lorsqu'on regarde une vue panoramique à travers une large lentille biconvexe. M. J. Duboscq corrige ce défaut en donnant aux lentilles une légère inclinaison, de manière que leurs bords contigus soient plus près des yeux que les bords opposés. De cette manière, les lentilles font naître dans les lignes de l'image une incurvation inverse de celle qui est produite par les prismes. Il y a donc compensation, les plans et les contours des objets représentés se dessinent suivant les règles de la perspective.

M. le Dr Giraud-Teulon a récemment publié sur la vision binoculaire et la théorie du stéréoscope un mémoire fort important. Je ne sache pas qu'on ait jamais expliqué d'une manière plus complète et plus exacte les phénomènes physiques et physiologiques qui se rattachent à cette question. Aussi avons-nous cru devoir publier ce travail presque en entier.

MÉCANISME

DE LA PRODUCTION DU RELIEF DANS LA VISION.

Mémoire lu à l'Académie des sciences (1).

I. — Les images uniques perçues par le centre cérébral, dans la vision binoculaire, proviennent-elles de l'existence dans les deux yeux de points dont la sensibilité se confond, c'est-à-dire qui, influencés par le même point lumineux, seront aptes, exclusivement à tous autres, à fusionner leur impression ?

(1) Extrait des *Principes de mécanique animale*, par le docteur Giraud-Teulon. 1 vol., chez J. B. Baillière. Paris.

En d'autres termes, un même foyer lumineux, envoyant aux deux yeux des rayons, devra-t-il, pour ne produire qu'une seule impression sur l'esprit, rencontrer sur les rétines des points correspondants harmoniques, ou bien produira-t-il, au contraire, l'effet attendu, une perception unique, en tombant à droite et à gauche sur des points sans relation définie entre eux, laissant à l'éducation, à l'intelligence ou à l'habitude le soin de confondre les sensations droite et gauche ?

Cette question, quoique débattue longtemps, et jusqu'ici sans solution inattaquable, peut être aujourd'hui avantageusement remise à l'étude.

II. — Plaçons sur une muraille éclairée, à la hauteur de nos yeux et sur une même ligne horizontale, deux petits disques, l'un rouge, l'autre vert (deux pains à cacheter, par exemple), à 4 centimètres de distance, et séparons-les par un diaphragme vertical, une feuille de carton qui intercepte à l'œil droit la vue du disque de gauche, et réciproquement.

Regardons maintenant ces deux disques chacun avec l'œil placé devant lui, et à travers un trou d'épingle percé dans une carte, ou bien au moyen des lunettes panoptiques récemment inventées par M. Serres (d'Alais).

Nous observerons alors ce qui suit :

Tant que nous sommes de ces objets à une distance supérieure à 25 centimètres, chaque œil voit le disque placé vis-à-vis de lui, et le cerveau éprouve les deux sensations distinctes. Mais à partir de cette distance, et à mesure que nous nous rapprochons de leur plan, l'intervalle des deux disques semble diminuer : ils se rapprochent l'un de l'autre, mordent graduellement l'un sur l'autre, et enfin, lorsque nous n'en sommes plus qu'à 8 centimètres environ, ils se superposent exactement. Comme ils sont de couleurs complémentaires, on observe même qu'ils ne donnent plus l'impression rouge ou verte, mais une teinte blanc sale, tantôt verdâtre, tantôt piquetée de rouge ou de vert. (Cette dernière particularité a déjà été observée au moyen du stéréoscope par MM. Regnault et Foucault ; nous ne la reproduisons ici que parce qu'elle met hors de doute la superposition parfaite des deux disques au moment que nous venons d'indiquer.)

Qu'indique cette expérience ?

Elle montre avec toute évidence qu'il est un point sur nos rétines autour duquel deux images circulaires de même rayon étant produites, le centre cérébral n'en perçoit qu'une.

Si l'on fait l'expérience en marquant sur les dis-

ques certains points observables, ces points donnent également lieu à une sensation unique, si leurs coordonnées, par rapport à deux axes rectangulaires passant par le centre des disques, sont de même valeur et de même signe.

Si cette condition n'est pas remplie, les points sont perçus par le cerveau comme objets distincts : ils ne se superposent pas.

Dans cette expérience, au moment où la fusion a lieu, les axes optiques centraux de l'un et l'autre l'œil forment évidemment un triangle isocèle dont le sommet est en avant, et la base représentée par la distance des centres des pupilles, soit ici 6 centimètres. Or, à 8 centimètres du tableau, l'écartement des côtés du triangle n'est plus que de 4 centimètres. Le sommet du triangle est donc à 24 centimètres des yeux. C'est la distance moyenne de la vue distincte.

Plaçons maintenant les disques à 3 centimètres, nous les voyons confondus lorsque nous sommes à 12 centimètres environ de leur plan. Les éléments du triangle isocèle précédemment considéré sont encore 6 de base, pour 24 de hauteur, comme dans le premier cas. Mettons les disques à 2 centimètres seulement de distance, nous n'en voyons plus qu'un à 16 ou 18 centimètres de distance de leur plan, mesures qui nous donnent toujours la distance de la vue

distincte, 24 à 25 centimètres, pour celle de la rencontre des axes optiques.

La hauteur du triangle isocèle fait alors avec chaque axe optique un angle dont la tangente $= \frac{1}{8}$ environ.

Comme, d'autre part, dans toutes ces expériences, l'œil a été transformé par la carte percée en une vraie chambre noire, que la distance des deux pupilles est demeurée identiquement la même, ainsi que tous les autres éléments de la vision, nous ne pouvons pas ne point conclure que *dans tous ces cas* les centres des disques sont arrivés à superposition binoculaire lorsqu'ils sont tombés sur des axes optiques rencontrant chaque fois le fond de l'œil au même point exactement, et que la vision n'a donné une image unique qu'en ce moment-là *uniquement.*

III. — D'autre part, les anciens avaient déjà reconnu que lorsqu'on cherche à déterminer l'apparition des phosphènes dans les deux yeux à la fois, on aperçoit généralement deux cercles lumineux différents, un pour chaque œil ; mais qu'il est des points pour lesquels cette double sensation, ces deux cercles lumineux se fusionnent en un seul.

Or ces points ont, comme ceux que nous avons reconnus dans l'expérience des disques, la même

situation géométrique relative. Ils ont, comme ces derniers, mêmes abscisses droites de chaque côté ou gauches de chaque côté, et même ordonnées supérieures pour chaque œil, ou inférieures encore des deux côtés.

En un mot ils sont situés d'une façon géométriquement homologue.

Cette épreuve montre, ainsi que la précédente, que les points homologues sont aussi harmoniques ou identiques, et *réciproquement que les points harmoniques sont homologues. Elle démontre*, en outre, que *la loi de distribution de ces points harmoniques* tout autour d'un centre situé au fond de l'œil, s'étend jusqu'aux limites mêmes de l'hémisphère tapissé par la rétine.

En résumé, on doit donc considérer les deux hémisphères postérieurs des deux yeux comme deux surfaces égales qui, superposées géométriquement l'une à l'autre, feront coïncider deux à deux des points harmoniques, c'est-à-dire doués de la propriété de porter au sensorium une impression unique.

IV. — Considérant le fond de l'œil, tapissé par la rétine, comme un hémisphère creux, le point de la rétine qui rencontre les axes optiques, précédemment déterminés, peut être regardé comme le pôle

de cet hémisphère. Chaque circonférence dessinée dans le fond de l'œil autour de cet axe sera donc parfaitement assimilable à un parallèle de la sphère. Enfin, si on le divise en demi-hémisphère droit et demi-hémisphère gauche, chaque point d'un des hémisphères pourra être parfaitement désigné et déterminé par sa longitude droite ou gauche et sa latitude supérieure ou inférieure. Le point qui, dans l'autre œil, aura la même longitude et la même latitude que dans le quart d'hémisphère correspondant, sera l'homologue du premier. Ces points seront en même temps harmoniques et seuls harmoniques l'un de l'autre.

Partant, la vision binoculaire distincte doit, avant tout, se fonder sur la rencontre naturelle des points harmoniques avec les rayons partis d'un même point éclairé de l'espace, ou sur l'acte synergique qui procurera cette rencontre.

Le fait consacré par cette proposition est considérable : il gouverne le phénomène de la vision binoculaire. Lorsqu'il sera irrévocablement admis, il ne sera plus permis de dire que c'est l'habitude seule qui crée l'unité de sensation. Cette identité est un fait physiologique, lié uniquement à l'existence des points harmoniques ou identiques des rétines, mis en rapport, lors de l'exercice de la vision, par une

convergence des axes optiques centraux ou polaires qui varie avec la distance de l'objet.

V. — Reprenons pour un moment l'expérience des disques ; mais cette fois, sans le secours de la carte percée, à l'œil nu, en conservant toutefois le grand diaphragme vertical ; en d'autres termes, exécutons celle indiquée par M. Babinet, pour se procurer un stéréoscope sans loupe, sans miroir, sans boîte, sans appareil aucun.

Les mêmes phénomènes absolument, que nous avons obtenus déjà, se reproduiront à nos yeux, avec cette seule différence que la distance de nos yeux pour laquelle les deux images arriveront à superposition, est un peu plus grande que celle mesurée quand nous nous servions de la carte percée. Cette superposition, pour la distance de 4 centim. entre les disques, a lieu, dans ce cas, à 14 ou 15 centim. des yeux au lieu de 8 centim. mesurés dans le premier cas.

D'où vient cette différence ?

Dans la première série d'expériences, la superposition se produisait forcément, fatalement, sans aucun effort de la part de la volonté. Elle arrivait au moment exact déterminé par le rapport de l'angle des axes optiques et de la position des centres harmoniques. A la vue libre, il en est autrement ; l'œil

aide de lui-même à la manifestation du phénomène. A cette distance de 12 centim. au lieu de 8, la superposition peut se produire ou ne pas se produire, suivant que nous y faisons concourir ou non notre volonté, notre attention. Il y a manifestement, et nous l'observons aisément sur nous-mêmes, un effort synergique d'accommodation horizontale qui porte les axes optiques harmoniques à la rencontre des points lumineux à fusionner. Or, dans la première série d'expériences, cet effort ne pouvait avoir lieu. Les yeux ne consistaient plus en réalité qu'en de simples expansions rétiniennes dépourvues d'appareils de concentration. Les cartes percées, obligeant tous les rayons à passer par le centre de la pupille et du cristallin, transforment l'organe de la vue en une véritable chambre obscure.

A la distance de la vue distincte, deux petits objets semblables à 1 ou 2 centim. de distance et séparés par un diaphragme, sont fusionnés avec le plus léger effort. A plus forte raison, à cette distance, un même objet produit-il aisément une image unique.

VI. — Nous pouvons maintenant nous proposer de déterminer la position à peu près exacte du centre harmonique ou le pôle des points homologues. Si nous nous reportons aux premières expériences,

celles de la carte percée, nous voyons d'abord qu'en menant par les centres cristalliniens deux parallèles, ces lignes peuvent représenter les axes optiques dirigés vers l'infini, vers une étoile ou l'horizon : elles passent par les centres harmoniques, bien évidemment, dans le cas de contemplation d'une étoile produisant sur notre sensorium une image unique. Pour tout objet plus rapproché, il est clair que les axes harmoniques doivent s'incliner l'un vers l'autre, en avant des yeux. Leur point de rencontre avec l'expansion rétinienne est donc en dehors de la direction des parallèles. Cette remarque doit servir à différencier le point central harmonique du *punctum cæcum* de Mariotte, qui est placé en dedans de ces parallèles.

Il suit même de cette circonstance qu'un même point éclairé ne vient jamais rencontrer à la fois les deux « points aveugles, » et qu'ainsi un objet ne peut jamais disparaître complétement lors de la vision binoculaire, comme dans l'expérience de Mariotte.

VII. — L'existence démontrée des points harmoniques des deux rétines, la nécessité pour obtenir une image unique, lors de la vision binoculaire, que les faisceaux lumineux, partis d'un même point, viennent rencontrer, dans les yeux, des points ho-

mologues, ajoutent quelques éléments aux notions que l'on avait déjà sur la presbytie ou la myopie.

Plus le pôle harmonique se trouve jeté en dehors du plan vertical antéro-postérieur qui passe par le centre optique, plus le sujet aura de difficulté à les rapprocher de ce plan, plus les axes optiques seront alors naturellement convergents, plus l'objet devra être près du sujet pour être perçu nettement par les deux yeux. Ce sujet est alors myope.

Inversement, les personnes chez lesquelles les centres harmoniques sont fort peu en dehors du plan vertical antéro-postérieur, ont nécessairement quelque peine à amener leurs axes harmoniques à convergence rapprochée. Ce sont des presbytes : ils ne voient distinctement que d'assez loin.

Ces considérations sont d'ailleurs indépendantes des courbures des appareils lenticulaires antérieurs des yeux ; ces courbures déterminent, elles, par leurs excès ou leurs défauts, la myopie ou la presbytie monoculaire. Mais on sait que ces imperfections de la vue n'ont pas toujours le même degré, chez le même sujet, pour un œil et pour les deux yeux. Un myope, par exemple, parvient souvent à percevoir à une distance plus grande que d'ordinaire, en prenant la précaution de fermer un œil.

On sait qu'un exercice prolongé de la vue dans un

seul sens, c'est-à-dire avec une convergence rapprochée, par exemple, finic par rendre la vue plus aisée, plus nette à une courte distance, et inversement la vue de loin plus difficile. C'est ainsi qu'on se rend souvent pour quelque temps ou myope ou presbyte par une trop constante application sur des objets placés à une distance invariable. Les muscles chargés de maintenir les yeux au même point d'accommodation horizontale deviennent ainsi prédominants.

VIII. — Cette nécessité de la convergence de certains axes optiques, *à l'exclusion de tous les autres*, vient encore à *l'appui de la théorie des points* harmoniques. Si les yeux ne devaient pas amener à un même point de rencontre deux axes bien déterminés, toujours les mêmes, la fatigue que nous ressentons après une attention un peu soutenue de la vue sur un même point ne serait pas éprouvée. Si tous les points des deux rétines étaient indifféremment rendus harmoniques par le fait de l'éducation ou de l'habitude, nous pourrions soulager nos yeux en faisant, de temps à autre, converger sur le même point des axes différents. Or il est bien constant que nous n'en faisons rien, et qu'il n'y a pour chacun qu'un axe qui serve toujours dans la vision binoculaire dirigée sur un même point. La fatigue de nos yeux, après un exercice un peu assidu, nous le dit assez.

IX. — Ces considérations, tirées de l'harmonie de chaque point homologue des rétines, jettent aussi quelque jour sur certains autres phénomènes pathologiques qui, par réciprocité, servent à la confirmation de cette théorie, qui seule peut les expliquer ; la diplopie, l'hémiopie sont dans ce cas.

Comment se rendre raison de la première de ces deux affections, si l'on ne suppose qu'il n'existe plus d'harmonie entre les points des rétines rencontrés par les faisceaux lumineux émanés du même point? Et quelle raison plus simple à donner de ce défaut d'harmonie, qu'une difficulté survenue dans la synergie de l'adaptation dans les deux yeux, en d'autres termes de la convergence de deux axes optiques déterminés ?

L'hémiopie, comme affection commune aux deux yeux, ne se rattache-t-elle pas également au même ordre de phénomènes ? Ce caractère spécial d'être soit horizontale, soit verticale, droite ou gauche des deux côtés, ne cadre-t-il pas exactement avec la disposition que nous avons reconnu exister entre les points homologues des deux yeux ?

X. — La vision binoculaire, avec impression unique, repose donc sur la synergie des deux yeux amenant plus ou moins facilement, mais devant toujours amener, sous les faisceaux lumineux émanés d'un

même point d'un objet, des points homologues ou identiques des deux rétines.

Par suite de quelle disposition anatomique cette faculté est-elle produite? à quelle espèce de dichotomie atomique du système nerveux ce remarquable phénomène doit-il naissance? Plusieurs hypothèses ont été émises pour l'expliquer, qui n'ont pas un caractère inattaquable, et que pour cette raison nous passerons sous silence.

Nous nous bornerons à dire, avec MM. Bérard et Robin, qui, mieux que tous autres, ont résumé les connaissances acquises sur ce point de science, que « ce phénomène doit avoir nécessairement sa cause « dans l'organisation même des parties cérébrales « de l'appareil visuel, une cause organique; qu'il « faut croire, en outre, que la congruence des points « identiques des deux rétines est innée et qu'elle « ne change jamais. On peut comparer les deux « yeux, disent ces physiologistes, à deux tiges sor- « tant d'une même racine, dont chacune des parti- « cules est en quelque sorte fendue en deux bran- « ches pour ces deux organes. »

Ajoutons qu'en disant: « points identiques ou harmoniques, » il ne faut pas entendre des points géométriques, mais des points substantiels ayant une dimension superficielle appréciable.

XI. — La théorie de l'impression unique par coalescence de points identiques entre les rétines, et exclusivement par ces points, nous paraît donc reposer sur des bases expérimentales fermement assises. Cependant elle n'est pas absolument et universellement admise, et on lui oppose certaines expériences qu'il nous faut examiner.

Parmi elles, il en est deux fort curieuses, très-simples à répéter, et dont l'interprétation, assez difficile à rencontrer pour la première fois, jette un jour tout nouveau sur ces phénomènes, si délicats et si fugitifs souvent, de la vision binoculaire distincte, avec sentiment du relief.

Ces expériences sont dues à Wheatstone, l'inventeur du stéréoscope. Voici la première :

Il dessine sur une carte deux lignes droites verticales, de même longueur et séparées par une distance de 3 millim., je suppose. A 5 ou 6 centimètres de ces deux lignes, il reproduit un dessin tout pareil, sauf en ceci que la distance qui sépare les deux verticales est tant soit peu différente : de 5 à 6 millim., par exemple.

Cette carte étant placée dans le stéréoscope, l'observateur cherche à réunir leurs images qui, d'après ce que nous avons dit de la situation des points homologues dans la rétine et de leur symétrie de posi-

tion, comparées à l'inégale distance des verticales de droite et de celles de gauche, doivent correspondre à des points des deux rétines *non harmoniques*.

Et pourtant, chose singulière ! cette fusion des deux images est obtenue, et sans effort. Les quatre lignes n'en représentent que deux, un peu moins séparées que les secondes, un peu plus que les premières, ou, si l'on veut, que celles de droite et celles de gauche.

Mais, phénomène bien remarquable, ces deux lignes verticales qui, naguère encore, pour chaque œil, semblaient faire partie du même plan vertical parallèle à l'observateur, ne semblent plus, au moment où elles se superposent deux à deux, faire partie de ce même plan : l'une est plus avancée, plus rapprochée que l'autre de l'observateur. L'impression est irrécusable, elle est constante, et nous pourrons tout à l'heure étudier sa loi.

Le phénomène est parfaitement acquis, et chacun, en cinq minutes, le peut aisément vérifier. Pour cela faire un stéréoscope est même inutile ; une carte percée de deux trous d'épingle et un diaphragme intermédiaire suffisent pour cette expérience.

Les conséquences de ce fait parfaitement constaté, et immédiatement réalisable pour chacun, sont des plus importantes. Elles ont conduit M. Wheat-

stone à la découverte des conditions de la production du relief dans le stéréoscope; elles nous conduiront, nous, à l'explication positive et précise de l'acte *physiologique* qui préside à la perception du relief et au principe de la vision binoculaire elle-même; car nous devons dire que le savant auteur anglais, quoiqu'il ait compris l'influence de ce fait sur la production du relief, n'a pu donner ni concevoir du phénomène une idée complète, parce qu'il avait cru voir en même temps en lui le renversement du principe des points harmoniques ou identiques.

XII. — Le renversement du principe des points identiques est, en effet, une conséquence apparente de ce fait singulier ; car comment concevoir l'existence simultanée et concordante de ces deux ordres de faits ?

1° Nécessité d'une harmonie exclusive entre les points homologues des rétines pour la perception d'une image unique ; 2° et, d'autre part, exemple incontestable d'une concordance évidente entre des points qui ne peuvent être homologues (du moins au premier aperçu).

Comment expliquer une telle anomalie ? Nous venons de le dire : nous avons été un certain temps à nous en rendre compte, et cependant la raison en est assez simple.

L'anomalie, la contradiction signalées ne subsistent que parce que l'on demeure fixé, rivé sur l'hypothèse d'une identité absolue de forme et de position des deux yeux, dans l'étude de ce phénomène. Tout étant égal à droite et à gauche dans les yeux, les deux verticales de gauche, les deux verticales de droite

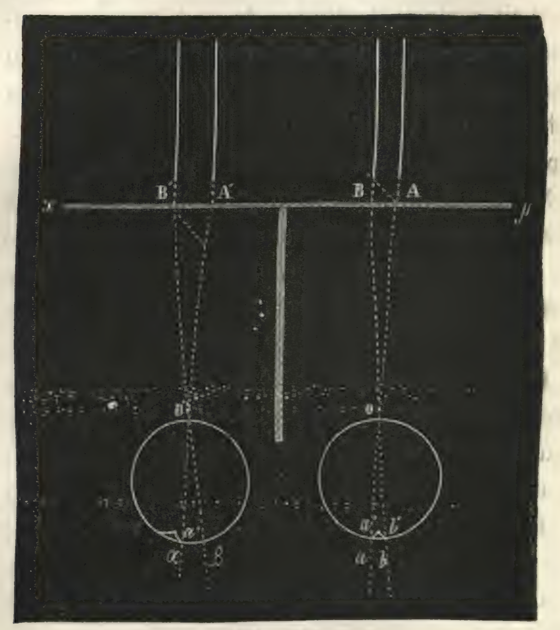


Fig. 32.

interceptent nécessairement sur leurs rétines respectives des arcs inégaux ab, $a'b'$ (*fig.* 32). Par-

tant, si notre premier principe est vrai, point de coïncidence.

Oui, tant que nous supposons tout parfaitement égal entre les deux yeux.

Mais si tout n'était pas si parfaitement identique d'un œil à l'autre, serions-nous encore arrêtés par la même difficulté ?

Reprenons donc avec attention, analysons de près l'expérience de Wheatstone.

Voilà les deux paires de lignes sous nos yeux : considérées par M. Wheatstone avec les lentilles du stéréoscope et par nous au moyen de la carte percée, après un léger effort, elles coïncident ; l'une est en avant, l'autre en arrière du plan du tableau. Cherchons à découvrir suivant quelle loi le phénomène est accompli.

Après avoir établi cette coïncidence, fermons l'un des yeux, le gauche, par exemple. L'œil droit voit alors les deux lignes placées devant lui (c'est-à-dire à droite) avec la distance exacte qui les sépare sur le papier ($0^{m},005$). Rouvrons alors vite l'œil gauche. Il nous semble, au moment même où s'opère de nouveau pour nous la superposition des deux paires d'images, que la ligne de gauche s'est rapprochée de notre œil : *elle a comme sauté en avant du plan du dessin.*

Mais qu'est-ce à dire, et que signifie ce mouvement apparent ? Nous savons bien que la ligne n'a pas bougé. C'est donc l'œil lui-même qui s'est déplacé relativement à l'objet, l'œil qui était demeuré ouvert ; car celui-là est le seul juge de la différence des sensations éprouvées avant et après la réouverture de son congénère, puisque seul il les a perçues toutes deux.

Renversons maintenant l'expérience : fermons et ouvrons alternativement l'œil droit. Au moment même où ce *dernier acte se produit et pour lequel se manifeste la coïncidence, c'est la ligne de droite* qui, d'après l'impression ressentie par l'œil gauche, juge à son tour, semble se mouvoir ; elle s'éloigne.

Comme en réalité elle n'a pas pu remuer, c'est donc l'œil gauche qui, au moment de la coalescence et pour la produire sans doute, a subi un mouvement, un déplacement complet ou partiel relatif, *en* un mot une modification.

Ce n'est donc pas une hypothèse que nous proposons, mais un fait certain que nous rapportons en établissant :

« Que les deux yeux s'arrangent de façon à voir l'un et l'autre sous un même angle, ou plus exactement sous un même arc, un écartement angulaire

différent (bien entendu dans de certaines limites de voisinage). »

Car, voir sous un même *angle*, cela veut dire sous un même *arc rétinien*. L'œil ne juge et ne peut juger les angles que de cette façon : *par l'étendue des arcs qu'ils interceptent sur la rétine*.

XIII. — Maintenant, nous demanderons-nous, comment s'opère cette modification dans les yeux?

Si nous faisons une exacte attention à toutes les circonstances ci-dessus relatées du phénomène, poursuivi dans ses moindres détails, nous remarquons d'abord :

Que, lors de l'analyse exécutée en fermant un œil, puis l'autre, une des lignes n'a pas bougé dans chacune des expérimentations : la ligne de gauche pour l'œil gauche, celle de droite pour l'œil droit. L'accommodation s'est donc faite, dans chaque œil, autour des lignes externes comme points fixes de repère.

Cela posé, reprenons l'étude du phénomène dans l'un des yeux, le gauche par exemple, placé, dans la figure 32, vis-à-vis la paire de lignes qui offrait le plus petit écartement, $0^m,003$.

Naturellement, à cet écartement, qui est le plus petit, correspond un arc rétinien plus petit aussi. Or l'expérience nous apprend que les deux arcs réti-

niens deviennent égaux, puisqu'il y a fusion des impressions (théorie des points homologues). Elle nous apprend encore que, dans la production de ce phénomène, les extrémités internes de ces arcs n'ont pas varié, puisque les lignes extrêmes n'ont pas semblé bouger. L'arc *ab* dans l'œil gauche est donc devenu plus grand, pendant que l'arc βα dans l'œil droit est devenu plus petit ; et cette double modification a eu lieu *a* demeurant fixe dans l'œil gauche et β dans l'œil droit.

En d'autres termes, *quel que soit le mécanisme adopté, la théorie des points homologues ne peut* être conservée, si l'on ne conçoit que, dans le phénomène observé, un nouveau point *b'* de la rétine gauche homologue de β n'ait été amené sur le faisceau lumineux *ob*, pendant que dans l'œil droit un point α' homologue de *a* a été amené sur le rayon lumineux *o*α.

Sans vouloir pénétrer encore le mécanisme intime de cette double modification opérée dans les deux yeux, nous pouvons déjà conclure que ce double effet qui amènera *b'* sur le rayon *ob*, fera parcourir au point *b'* un espace *suivi de dehors en dedans* au fond de l'œil.

Or une sensation accompagne ou doit accompagner pour l'œil gauche ce mouvement d'un point de

la rétine de dehors en dedans ; c'est une sensation d'éloignement de l'objet qui envoie à ce point son impression lumineuse.

L'effort d'accommodation de l'œil gauche propre à procurer l'égalité de l'arc ab' avec l'arc $\beta\alpha'$ de l'autre œil laisse donc après lui dans l'œil gauche une sensation (qui doit être de la nature des effets de la conscience musculaire) identique à celle que produirait l'éloignement du point B.

Quant à l'œil droit, en face duquel est l'écartement le plus grand, on doit observer l'effet inverse. La ligne extrême (droite) étant celle qui demeure fixe et autour de laquelle se fait l'accommodation, l'arc rétinien, qui doit diminuer, marche de dedans en dehors, comme si le point A′ se rapprochait de l'œil. Ce mouvement d'adaptation doit donc être suivi de la sensation contraire, c'est-à-dire celle qui déterminerait le rapprochement de l'objet A′.

Nous rechercherons plus loin comment, par quel mécanisme organique, sont ou peuvent être produites ces modifications.

Ce que nous pouvons dès maintenant assurer, c'est qu'il s'opère dans le phénomène observé une adaptation ou accommodation inverse d'un œil à l'autre, qui a pour effet d'amener sous les faisceaux lumineux émanés de points analogues, des points hom -

logues des deux rétines, et pour mécanisme un travail qui laisse après lui la conscience d'une inégalité de distance antéro-postérieure entre les objets considérés, au lieu et place de l'écartement transversal différent (dans de certaines limites) qu'ils offraient pour chaque œil.

XIV. — Si maintenant nous arrivons à pénétrer les détails physiologiques du mécanisme de cette accommodation (comme nous croyons pouvoir le faire), nous pourrons dire qu'au lieu de renverser la *théorie des points identiques, les faits signalés* par M. Wheatstone viennent donner à cette théorie une éclatante confirmation. Il y a concordance entre les deux yeux et par points identiques de l'un à l'autre, par suite d'une accommodation en sens contraire, mais harmonique des deux yeux, provoquée par le besoin instinctif inné dans les organes de la vision de faire concorder les impressions qu'ils reçoivent. Car, comme le dit M. Wheatstone :

« Il y a dans les yeux une tendance naturelle à unir ensemble deux images semblables et à les conserver unies, pourvu qu'elles ne soient pas trop distantes entre elles. »

Mais cette tendance harmonique, et c'est ce qui n'avait pas été vu jusqu'ici, ne repose pas seulement, comme on le croyait dans de tels cas, sur la

simple convergence, le concours des axes optiques, de deux yeux en tout pareils, mais, *en outre*, sur une adaptation différente pour chaque œil, et qui a pour effet de faire concorder les images droite et gauche sur leurs points identiques, malgré les légères différences d'écartement angulaire qu'elles présentent nécessairement.

Cette inégalité dans les accommodations de l'un et de l'autre œil, qui a pour premier objet de faire disparaître entre deux points assez rapprochés une certaine différence d'écartement angulaire qui existerait de l'un à l'autre œil, se traduit pour la vue par la sensation d'un écartement antéro-postérieur, simple illusion optique dans le cas que nous avons considéré, mais qui, comme nous allons le voir, est la sensation même du *relief* du corps dans la vision binoculaire réelle des objets à trois dimensions.

XV. — Nous n'avons, en effet, fait encore porter nos expériences que sur des images planes, et leur liaison avec la vue réelle reste encore dans l'obscurité. Elle n'y sera plus longtemps.

Considérons, dans l'espace, deux droites verticales réelles : les deux arêtes d'une fenêtre percée dans un mur dont le plan est vertical, mais incliné d'arrière en avant, d'un angle quelconque sur celui de l'observateur. Pour fixer les idées, supposons que

cette inclinaison ait lieu en s'éloignant de la gauche vers la droite.

Menons, par la pensée, un plan vertical par notre œil gauche et par chacune des deux droites qui limitent la fenêtre. Ces plans formeront un angle qui, en astronomie, se nomme la *parallaxe* de la distance des deux droites pour notre œil.

Opérons exactement de même pour l'œil droit. D'après ce que nous avons dit, le mur n'étant pas parallèle à la ligne qui joint nos yeux, les deux angles que nous venons de nommer *parallaxes* seront inégaux. De plus, l'inclinaison ayant lieu en s'éloignant de gauche à droite, la parallaxe de gauche sera moindre que celle de droite.

Tout cela est élémentaire.

Imaginons maintenant un tableau, un plan parallèle à l'observateur, interposé entre lui et la fenêtre. C'est le plan sur lequel se trace tout dessin de perspective. Les deux plans verticaux qui déterminent chaque parallaxe couperont ce dernier plan, celui du tableau, suivant deux droites verticales qui représenteront sur ce tableau, pour chaque œil, les lignes mêmes qui limitaient l'objet.

Les parallaxes étant inégales, et celle de gauche plus petite, par hypothèse, que celle de droite, ces deux paires de verticales destinées l'une à l'œil

gauche, l'autre à l'œil droit, seront inégalement distantes, quoique toujours dans de certaines limites de voisinage.

Mais alors ce seront les lignes mêmes de nos expériences stéréoscopiques ! L'œil, ou du moins les yeux ne voient les unes que comme ils voient les autres, sans la plus petite différence.

Le même phénomène exactement a donc lieu dans la vision binoculaire réelle et dans la vision stéréoscopique des traces perspectives des lignes observées.

Que nos yeux se fixent sur deux verticales définies dans l'espace ou prises sur les objets qui nous entourent, ou bien sur les traces que donneront ces lignes sur un plan parallèle à notre plan bilatéral, c'est tout un.

Le même travail d'adaptation antéro-postérieure, destiné à la ligne interne de chaque côté, mais inverse pour chaque œil, a donc lieu de même sorte et au même degré, soit dans la contemplation de deux lignes inégalement distantes de nous, et que nous observons dans l'espace, soit lors de la vision stéréoscopique des deux traces verticales qu'elles impriment pour chaque œil, sur le plan du tableau interposé, et qui n'est autre ici que celui même des

images stéréoscopiques de la première expérience de M. Wheatstone.

La vision stéréoscopique des deux groupes de verticales inégalement distantes est donc *identique absolument* à la vision binoculaire de l'objet dont elles sont les traces.

C'est là un caractère important et qui les différencie singulièrement l'une et l'autre de la vision monoculaire.

XVI. — Mais continuons ; car tout n'est pas dit encore sur ce sujet.

Revenons un moment sur un détail des expériences qui précèdent. Qu'arriverait-il, si nous venions à changer de côté les paires de lignes verticales de l'expérience précédente, si nous placions sous l'œil gauche l'écartement le plus grand et inversement ?

Eh bien ! après ce que nous avons dit, sans faire aucune expérience, il nous sera possible d'annoncer dès maintenant ce qu'éprouveront l'un et l'autre œil par le fait de ce changement.

Nous avons remarqué, n'est-il pas vrai, que lors de l'accommodation synergique inverse des deux yeux destinée à procurer aux faisceaux lumineux *analogues* la rencontre de points homologues dans les deux rétines, les lignes *externes* demeuraient fixes pour chaque œil ; puis l'œil gauche éloignait le

lieu de l'impression de la ligne interne, dont l'écartement était le moindre, pendant que l'œil droit rapprochait sa ligne interne à lui, dont l'écartement était le plus grand. Les deux tendances étaient en outre isochrones, de façon à se soulager mutuellement.

Quand nous les changerons de côté, nous devons penser, tout étant égal d'un œil à l'autre, l'un n'ayant pas de prérogatives spéciales, que l'opération double et harmonique attendue d'eux, s'appuiera toujours sur le même principe physiologique, à savoir : la fixité des lignes externes, le mouvement relatif apparent des internes.

Ce sera donc la ligne interne de gauche qui, dans ce cas, devra se rapprocher (c'est pour l'impression unique, la droite), et la ligne interne de droite (la gauche) qui devra s'éloigner.

On n'a qu'à regarder la figure 32 à contre-jour, à travers le papier, pour formuler ce résultat *à priori*.

Il n'y a qu'à répéter l'expérience en plaçant à droite la paire de gauche et inversement, pour le vérifier par les faits.

Nous reviendrons plus loin sur les conséquences de ce point de détail rationnel et expérimental.

XVII. — Les facultés d'adaptation si remarquables que nous venons de reconnaître et d'analyser dans

les yeux ne se bornent pas à ces faits singuliers.

Les exemples fort curieux présentés par M. Wheatstone sous le chef d'*images converses*, et dont le paragraphe précédent n'est qu'un cas particulier, démontrent que cette puissance et ce mode d'accommodation peuvent être portés à un plus haut degré.

On en jugera par les détails suivants :

Au lieu de deux groupes formés chacun de deux parallèles inégalement distantes, quoique toujours dans de certaines limites de voisinage, formons-en deux autres composés chacun de trois parallèles égales en longueur, mais inégalement distantes deux à deux, comme le représente la figure 33 en A, C, B, — A', B', C', qui offrent les espaces AB, A'B' égaux, mais AC différent de A'C' et égal à B'C'.

Cela posé, plaçons les deux groupes comme dans le stéréoscope, l'écartement le plus petit à la région externe des deux côtés.

Considérons attentivement ces deux groupes de parallèles, soit dans le stéréoscope, soit (et c'est la méthode qui nous servira de base comme dans le cas précédent) au moyen de la carte percée de deux trous d'épingle, écartés comme le sont entre elles nos pupilles ; nous observons qu'en reproduisant l'expérience des disques, à mesure que nous nous

rapprochons, les deux premières lignes B et A′ arrivent tout naturellement à former une image unique;

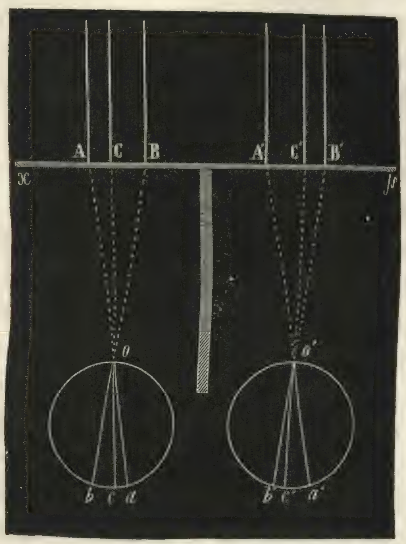


Fig. 33.

qu'il en est bientôt de même de B avec C′ et de A′ avec C, et enfin qu'arrivés là, un certain *effort* d'adaptation, *sensible*, amène les trois lignes de droite à superposition parfaite avec les trois lignes de gauche.

Résultat qui, ainsi que celui étudié précédemment, doit sembler bien incompatible avec la théorie des points identiques. On comprend, en effet, aisément que les deux lignes extrêmes, qui sont équi-

distantes, arrivent à rencontrer des points homologues; mais comment concilier leur coalescence avec celle des lignes intermédiaires C et C′ qui sont situées symétriquement, mais l'une à droite, l'autre à gauche du point milieu de l'écartement AB ou A′B′ ?

La chose exige, en effet, une certaine étude; car, ainsi que dans le cas précédent, elle ne se conçoit pas *à priori*. Suivons donc encore ici, et pas à pas, la marche du phénomène.

A mesure que nous nous sommes rapproché des images, nous avons observé la superposition facile :

1° Des deux lignes les plus internes A′ et B. Au lieu de six lignes, le cerveau n'en percevait plus que cinq.

2° Des deux lignes [B et C′] [A′ et C]; le fait est simple, les écartements A′C′, BC étant égaux. Nous ne *voyons* donc plus que quatre lignes.

3° A partir de là, ce n'est pas sans quelque difficulté que nous arrivons à la superposition finale des trois lignes de chaque groupe. Il ne nous suffit pas de nous rapprocher davantage: il y a manifestement un mouvement produit dans l'œil, au moment où la coalescence cherchée est enfin obtenue.

Or, au moment où s'observe cette fusion, un peu difficile à produire, mais ensuite assez persistante,

des deux lignes moyennes en même temps que des lignes extrêmes, on remarque que ladite fusion offre au sentiment pour ligne moyenne une droite qui a manifestement *fui* en arrière du plan des deux autres.

Pour nous rendre bien compte de ce qui s'est passé dans cet acte de l'appareil optique, ne nous occupons d'abord que d'un œil, le droit, par exemple. Supposons donc l'œil gauche parfaitement fixe, et que l'œil droit seul opère en lui-même les adaptations consécutives, les modifications nécessaires à l'accomplissement du phénomène.

Notre point de départ sera l'instant où l'on ne voit plus que quatre lignes au lieu de six. Tout, jusque-là, rentre dans ce que nous savons déjà.

Puisque nous ne *voyons* que quatre lignes, d'après l'ordre que nous avons observé, les points a' et c' de l'œil droit sont nécessairement les homologues de c et b de l'œil gauche. Le faisceau a n'est point reçu dans l'œil droit, mais l'impression pour le cerveau est la même que s'il venait frapper en a (*fig.* 34). On comprend parfaitement que si les distances $b'c'$, $c'a'$, $a'a$ étaient égales, le mouvement de convergence des faisceaux lumineux, par rapprochement des points oo' du plan du tableau, n'aurait qu'à se conti-

nuer pour amener la superposition finale des deux groupes trois à trois.



Fig. 34.

Mais $a'c'$ est plus grand que $b'c'$ ou ac; quand b arriverait en b' et a en a', le point c ne tomberait pas sur c'; il y rencontrerait le fond de l'œil en un point γ, tel que $a'\gamma = b'c'$. Or il faudrait que c' et γ fussent tous deux situés en d, point milieu entre b' et a', pour fournir une image unique.

Mais est-il impossible qu'un effort de l'œil modifie sa forme de façon à conduire, sous le rayon $o'c'$, ce point d de l'œil droit, sans détruire les conditions d'harmonie déjà produites, en d'autres termes, sans

détruire l'égalité (non des angles), mais des *arcs* $b'd'$, $d'a'$ (*fig.* 35)?

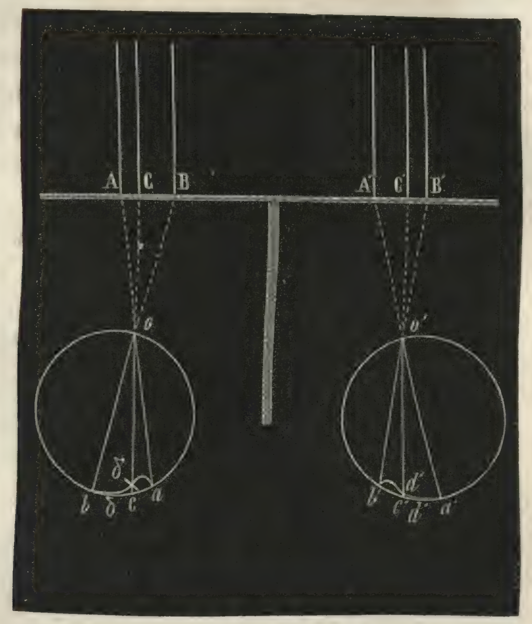


Fig. 35.

La difficulté théorique n'est pas plus grande ici que dans le cas précédent, qui considérait deux lignes seulement. Elle est levée, cette difficulté, par la conception géométrique déjà énoncée : les points *a*, *b* d'un œil, et leurs homologues *a'b'* de

l'autre étant supposés fixes, que l'on imagine qu'un effort quelconque (que nous nous réservons d'étudier) amène à droite, sous le rayon $o'c'$ (*fig.* 35) un point d' tel que l'*arc* rétinien $b'd' = a'd'$; en même temps que, dans l'autre œil, un effort de même ordre amène sous le rayon *oc* un point δ de la rétine, tel que l'arc rétinien $\alpha\delta' = \beta\delta'$, et l'on aura obtenu la fusion en trois des six lignes premièrement considérées.

Mais on observera, quel que soit d'ailleurs cet effort, encore inconnu dans son essence, que la translation de d en d' dans l'œil droit, et de δ en δ' dans l'œil gauche, auront lieu en sens contraire l'un de l'autre, mais que l'un et l'autre correspondra ici à un mouvement de l'axe optique de d et δ dirigé de dehors en dedans au fond des yeux, et de dedans en dehors à l'extérieur. La sensation qui en résultera sera celle d'un objet qui s'éloigne. a et b demeurent fondus avec a' et b', δ' et d' semblent s'éloigner : or ces dernières lignes représentent la fusion de c et c'.

La fusion des six lignes en trois devra donc être suivie d'une sensation de fuite de la part de la ligne intermédiaire.

Les choses doivent d'autant plus se passer ainsi que si l'on analyse la production de la coalescence, comme on l'a fait dans le § XII, en fermant alternati-

vement un œil, puis l'autre, on remarque effectivement que l'action s'exerce autour des lignes extrêmes de droite et de gauche demeurant fixes.

XIX. — Ce n'est pas tout encore : ce que nous venons de faire pour les deux groupes, de trois lignes chacun, peut être répété et conduire à des résultats analogues avec les mêmes groupes doublés, triplés, (*fig.* 36).

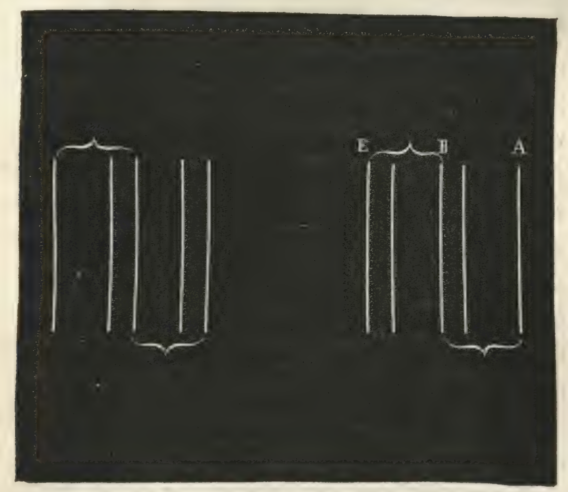


Fig. 36.

Ainsi, les cinq lignes qu'on remarque à gauche peuvent être fusionnées et produire des images uniques avec les cinq lignes de droite. Alors on observe

le phénomène décrit dans les paragraphes qui précèdent. L'image produite est celle de deux prismes juxtaposés, et dont les arêtes moyennes, viennent faire saillie en avant du plan du dessin. Les lignes A, B, E sont amenées tout naturellement, sans effort, à superposition avec leurs homologues de l'autre groupe. Il n'y a d'effort que pour les fusions deux à deux des lignes intermédiaires, et cet effort est suivi des sensations déjà décrites.

Ce que nous disons pour trois groupes est vrai pour un nombre quelconque dans les limites de la vision ordinaire.

Il suit donc de ces exemples un premier fait très-remarquable, la succession de sensations d'éloignement ou de rapprochement de l'œil occasionnée par la fusion des lignes intermédiaires aux lignes extrêmes, quand elles ne tombent pas naturellement sur des points homologues, c'est-à-dire équidistants de ces lignes extrêmes.

XX. — Maintenant il est temps de se demander comment peut s'opérer ce mouvement intérieur à l'œil par lequel sont rendues égales des ouvertures angulaires naturellement inégales; par quel procédé, en un mot, des arcs rétiniens égaux sont amenés à sous-tendre des angles lumineux inégaux, toujours dans de certaines limites.

Il est clair tout d'abord qu'un pareil résultat ne peut être produit que par un certain froncement de la surface rétinienne entre les faisceaux lumineux dont nous avons plus haut suivi la marche dans l'œil.

C'est là une idée bien nouvelle, car jamais on n'a entendu parler de ces plis, de ces froncements rétiniens, et on n'imagine pas aisément, au moins au premier moment, comment ils peuvent avoir lieu. Pour notre compte, nous avons été longtemps à nous les justifier anatomiquement.

Peu édifié d'abord sur la valeur positive de la proposition qui enlève aux muscles externes de l'œil tout pouvoir sur l'accommodation, nous avions premièrement (et quand nos recherches ne nous avaient encore fait connaître que le premier exemple de Wheatstone) imaginé que la lutte, ou plutôt le concours synergique quoique opposé des muscles droits ou obliques, devait suffire à produire les effets observés.

Si l'on se reporte à la figure 32, on peut comprendre, en effet, que la modification opérée dans l'œil gauche, le transport de b' sur le rayon lumineux ob par exemple, soit produit par l'action du muscle droit externe de cet œil, prédominant sur la contraction du droit interne, pendant qu'une action mesurée des obliques assure au fond de l'œil un point d'appui.

Si effectivement on se représente exactement les insertions des muscles obliques, on remarque que ces muscles forment d'arrière en avant, une ceinture, une sangle ferme, passant en arrière du globe oculaire, et lui fournissant ainsi un support sur lequel peuvent s'appuyer les muscles droits interne et externe, ainsi que le supérieur et l'inférieur, pour le faire évoluer en toutes directions ; à peu près à l'imitation du mouvement d'un mors de bride sur les barres du cheval. Sans l'existence de cette ceinture antéro-postérieure, il serait même difficile d'imaginer comment les muscles droits feraient pour produire autre chose qu'un mouvement de recul de l'œil, lequel serait ensuite sans moyen de revenir en avant.

Cette remarque était même corroborée par le passage de la ceinture oblique, à peu près suivant le méridien central, passant par le pôle des points identiques.

Le jeu de ces muscles, indispensable pour amener la convergence au degré voulu des axes optiques harmoniques, polaires, permettait en outre de se rendre compte du premier des phénomènes cités dans cette discussion ; mais il était impuissant à expliquer les phénomènes subséquents, incompréhensibles si l'on n'admet le froncement de la rétine tel que nous l'avons décrit. Cet acte compliqué et in-

time exigeait nécessairement des agents plus délicats et plus multipliés ; car si la coque scléroticale eût pu être froncée en un point par les muscles externes, il était clair qu'elle ne pouvait être par le même acte distendue, au contraire, dans un point très-voisin, comme, par exemple, dans la figure 36.

Où étaient donc les agents réels de ce froncement, de ces plis pratiqués avec intelligence dans la surface rétinienne ? Existait-il un muscle interne capable de produire un effet si admirable?

Nous l'ignorions ; mais nous étions conduit par la force de la logique à l'admettre, quand nous eûmes connaissance de l'intéressant travail inséré par M. Marc Sée dans les *Annales d'Oculistique*, où est décrit avec tous les détails désirables le muscle de Brucke et de Bowmann.

Quelques mots maintenant sur ce muscle nouveau : nous les empruntons à l'article de M. Sée.

« Ce muscle, dans sa portion principale, n'est autre que la zone blanchâtre qui termine en avant la face externe de la choroïde et qui unit celle-ci à la sclérotique et à la cornée. Séparé de ces deux dernières membranes, il a la forme d'un anneau circulaire dont le bord postérieur se fond graduellement d'une manière insensible avec les couches

extérieures de la choroïde, au voisinage de l'ora serrata.

« La face externe du muscle ciliaire répond à la sclérotique, dont il est séparé par un tissu cellulaire extrêmement lâche, dans lequel quelques auteurs ont vu une vraie bourse séreuse; sa face interne est en rapport avec la partie plissée de la choroïde et la base des procès ciliaires auxquels elle adhère intimement.

« Cette description répond parfaitement au nom de *tenseur de la choroïde,* qui lui a été imposé par Brucke et qui montre que la destination que nous reconnaissons en lui n'est pas inventée pour les besoins de notre cause.

« La direction générale des fibres du muscle ciliaire est antéro-postérieure.

« Une portion de ses fibres dirigée plus ou moins perpendiculairement vers l'axe de l'œil et se répandant à la face externe des procès ciliaires, forme un second muscle circulaire auquel se rattachent, d'après M. Rouget, les fibres radiées de l'iris. »

[Cette seconde portion est affectée à l'appareil lenticulaire, et nous n'avons pas à nous en occuper ici. Ses effets ont d'ailleurs été parfaitement étudiés et décrits dans le travail auquel nous empruntons ces détails et doivent servir à cette section du cha-

pitre de l'accommodation qui repose sur les modifications manifestées dans l'appareil cristallinien antérieur.]

Mais la portion du muscle répandue à la face externe de la choroïde est toute différente de cette seconde section. « Brucke, considérant la direction générale antéro-postérieure de ses fibres, admet que son action est de tendre la choroïde et la rétine sur le corps vitré et de les ramener en avant, vers la ligne de jonction de la sclérotique avec la cornée. » « Ce mouvement, ajoute M. Sée, doit même être assez notable, et le glissement de la choroïde sur la sclérotique est singulièrement favorisé par la laxité du tissu cellulaire qui unit les deux membranes. »

Notre conclusion *à priori* qu'il devait exister quelque agent musculaire propre à plisser la rétine ou la choroïde sur laquelle elle repose, est donc ici pleinement vérifiée par les faits. On comprend aisément que le muscle peut n'agir que par telles ou telles de ses fibres, suivant tel ou tel grand cercle de la sphère oculaire, les cercles voisins demeurant fixes. D'où, forcément, plissement de la choroïde, comme nous l'avions imaginé. Dans les exemples étudiés plus haut et représentant des lignes verticales, les cercles d'action du muscle ciliaire extérieur seraient verticaux.

XXI. — Cette discussion repose, on le comprend sans doute, sur un premier point de départ important; c'est que l'accommodation synergique des deux yeux y est étudiée d'une manière tout à fait indépendante de l'appareil cristallinien antérieur, de l'instrument d'optique proprement dit.

Ce qui a été établi quant à ce dernier, les propositions admises et consignées au procès-verbal du congrès ophthalmique de Bruxelles et empruntées presque littéralement à l'article précité de M. Sée, ne sont nullement infirmées par ces nouvelles propositions. Elles sont sans aucun doute complémentaires les unes des autres.

On se rappellera, en effet, que pour simplifier cette étude, nous affranchir des influences délicates des milieux transparents, mais diversement réfringents qui forment les appareils lenticulaires des yeux, l'appareil optique proprement dit, nous avons fait toutes nos expériences en ne considérant que les faisceaux lumineux qui traversaient les centres mêmes de tous ces milieux. Pour cela nous avons opéré constamment avec la carte percée de deux trous d'épingle placée tout contre les yeux.

Par ce procédé, il nous a été facile d'éliminer l'influence de la cornée, du cristallin, des différences de densité de l'humeur aqueuse et de l'humeur vi-

trée. L'œil a été ainsi transformé en une simple chambre obscure : la marche des rayons lumineux était réduite à celle d'un double cône ayant son *sommet au trou d'épingle. Le fond de l'œil*, de son côté, représente l'écran qui, placé à des distances variables, reproduit toujours l'image, d'autant plus nette, d'ailleurs, que la distance est moindre.

Or, l'appareil optique ne peut que perfectionner, améliorer les résultats obtenus par la carte percée. Il fournit plus de rayons lumineux sur les mêmes points harmoniques ; mais il n'y a pas de raison de penser qu'il change rien aux lois générales simples de la vision formulées sans son concours. Les résultats d'accommodation trouvés en dehors de lui et sous la seule dépendance des actions musculaires propres de l'œil, sont tout aussi aisément réalisables, plus aisément même, avec le secours qu'en l'absence de l'appareil lenticulaire. Cet appareil perfectionne l'instrument, comme la chambre noire est perfectionnée par la lentille objective, comme le stéréoscope grossier à trous d'épingle l'est par la boîte à lentilles oculaires. Il y a plus de lumière fournie, plus de latitude donnée aux mouvements de l'œil. Mais les principes ne sont pas altérés, et c'est ce qu'il nous importait de faire comprendre.

XXII. — Malgré la netteté des conclusions aux-

quelles nous ont conduit nos recherches, l'absence de toute explication théorique imaginaire, le caractère de logique absolu des déductions tirées de chaque expérience, nous désirions donner à notre démonstration du jeu et des effets du muscle tenseur de la choroïde un caractère, s'il est possible, encore plus expérimental.

Voici ce que nous avons imaginé à cet effet :

Un œil étant fermé, l'autre a été fixé sur un dessin, à la distance de la vision distincte, et représentant un cercle de 5 centimètres de diamètre environ. Pendant que le regard était ainsi bien attentif, notre ami M. le docteur Gérardin appliqua à droite et à gauche de la sclérotique de notre œil ouvert, et à 1 ou 2 millimètres en arrière de l'union de la cornée avec cette membrane, les deux réophores d'un courant d'induction de très-médiocre intensité, bien entendu. Or ce que nous nous attendions à observer nous apparut en effet : sous l'empire du courant, la zone moyenne du cercle dessinée devint très-confuse et les zones seules d'en haut et d'en bas demeurèrent distinctes. Il était donc évident que l'action du courant, déterminant la contraction des fibres latérales du muscle tenseur de la choroïde, faisait perdre l'accommodation pour la région de la rétine

qu'elles desservent, tandis que pour le diamètre vertical, l'accommodation demeurait parfaite.

XXIII. — Ces principes étant bien établis, et nous ne croyons pas qu'ils éprouvent une grande opposition, fondés qu'ils sont sur une expérimentation facile, et que chacun peut se donner, en bien peu de temps, la satisfaction de répéter, nous pensons pouvoir donner, avec leur secours, une exposition simple et nette de la vision binoculaire et de ses avantages sur la vision monoculaire, pour amener la perception précise du relief des objets, tant dans la réalité qu'au moyen du stéréoscope.

A-t-on eu jusqu'ici des notions bien exactes, bien satisfaisantes de la nature de ce curieux phénomène de la sensation du relief des corps communiqués au centre cérébral par l'organe de la vue?

Nous ne nous regarderons pas comme trop téméraire en prétendant que non. Les idées au moyen desquelles on se rend généralement raison de ce phénomène sont certainement justes ; elles jouent toutes un rôle dans l'acte physiologique ; mais elles sont incomplètes, comme nous allons le faire voir.

L'étude du phénomène de la vision avec sentiment du relief des corps, c'est-à-dire avec appréciation de leur position relativement à celle des corps environnants, ne repose pas sur les mêmes lois sui-

vant qu'elle est exercée avec les deux yeux ou avec un seul.

Occupons-nous seulement de la vision binoculaire.

On sait d'abord que dans cet acte synergique accompli par les deux yeux, ces organes ne voient point un corps donné sous le même angle à droite et à gauche ; l'œil droit voit un peu plus du corps sur la droite, un peu moins sur la gauche ; que l'œil gauche, au contraire, embrasse un peu plus du corps sur la gauche, un peu moins sur la droite. L'image commune qui se forme, lors de la vision binoculaire distincte, est donc entourée, sur tout son contour, d'une petite bande ou auréole qui n'est perçue que par un œil, ou plutôt qui, ne tombant que sur un œil, ne l'impressionne que faiblement eu égard sans doute à la vigueur de l'impression double déterminée par la partie commune à l'un et à l'autre œil.

Quoique assez peu sensible pour qu'on n'en ait généralement pas conscience, cette auréole exerce certainement son effet. Ainsi n'est-ce pas à son existence que nous devons attribuer le mouvement instinctif qui nous porte à cligner de l'œil ou même à fermer l'un d'eux, pour apercevoir plus distinctement un objet dont nous tenons à nous préciser bien exactement à nous-mêmes les limites. Il est positif que nous ne voyons parfaitement fixes les contours d'un

objet, situé à quelque distance, qu'après avoir fermé un œil.

Cette particularité permet bien qu'on se pose la question de savoir si cette absence de fixité des contours ne joue pas elle-même son rôle dans la perception des reliefs, lors de la vision binocu laire. C'était l'opinion de Léonard de Vinci.

Voilà donc déjà un point important dans l'acte de la vision avec le secours des deux yeux, qui n'est pas réalisable dans la vision monoculaire, et qui par conséquent établit entre elles une grande différence.

On sait d'ailleurs que, dans la vision stéréoscopique, cette condition est, au contraire, parfaitement remplie.

Les deux images sont prises à des points de vue différents, et chacun pour celui de l'œil auquel elle est destinée. Elles ont donc une vaste partie commune à chacune, en outre une petite zone ou auréole indépendante absolument comme les images propres de l'objet lui-même.

D'où production probable d'un certain effet de transparence deviné et décrit pour la première fois par Léonard de Vinci; effet qu'on pourrait appeler, par analogie, *pene-lumen,* comme l'inverse avait été appelé pénombre.

XXIV. — Mais est-ce là la cause absolue et unique

du relief? Nous avons vu que non. Ce phénomène ne dépasse pas les bords de l'objet ; il s'arrête à la délimitation de cet objet et de l'espace. Il différencie le relief du bas-relief. Mais le relief s'observe d'un point à son voisin, dans la partie commune des deux images. Il faut donc quelque chose de plus pour expliquer toutes les circonstances du relief.

Ce quelque chose, le voici.

De même que l'œil droit ne voit pas d'un corps tout ce qu'embrasse l'œil gauche, et réciproquement; de même ils ne voient pas sous le même angle la distance qui sépare deux points quelconques du corps.

Nous avons vu plus haut qu'un prisme triangulaire vu par les deux yeux pouvait être exactement représenté en perspective, et pour chaque œil, par ses traces sur le plan du tableau (*fig.* 33) ; mais tout objet pourra être considéré comme se composant d'une suite de petits prismes triangulaires juxtaposés, comme dans la figure 36, et dont les arêtes moyennes sont placées en avant ou en arrière de leurs collatérales, suivant les anfractuosités de la surface de l'objet examiné.

Chaque prisme en particulier devra donc produire les effets étudiés plus haut, soit qu'il soit vu lui-

même, soit que ses deux images, prises pour chaque œil, soient vues dans le stéréoscope. Dans l'un et l'autre cas, un travail d'accommodation, par plissement de la rétine destiné à faire confondre avec leurs analogues les arêtes médianes de ces petits prismes, sera suivi d'une sensation particulière d'éloignement ou de rapprochement de chacune. D'où la production très-nette de la sensation du relief.

XXV. — Il en est, en effet, de la vue réelle comme de la vision stéréoscopique, et l'étude de celle-ci nous dévoilera les conditions de la première.

Or la vision au moyen du stéréoscospe ne diffère aucunement des conditions qui ont présidé aux expériences que nous faisions sur les disques au commencement de ce travail, ou à celles que nous avons instituées au moyen de la carte percée et des groupes de verticales. Dans ces expériences, au moment de la fusion désirée des images des objets placés devant nos yeux, les deux axes harmoniques centraux ou polaires dessinaient en plan un triangle isocèle *gld* (*fig.* 37), dont la base était la distance de nos pupilles et l'angle au sommet égal (chez nous) au double de celui dont la tangente $= \frac{1}{8}$. (Qu'on se rappelle les mesures indiquées au § II.) Or il faut une longue étude pour voir bien distinctement les objets placés comme AB, CD sur les côtés de ce

triangle, pour peu qu'ils soient rapprochés de l'œil. On ne peut guère les rapprocher plus près que 8 centimètres, et à cette distance leur diamètre peut

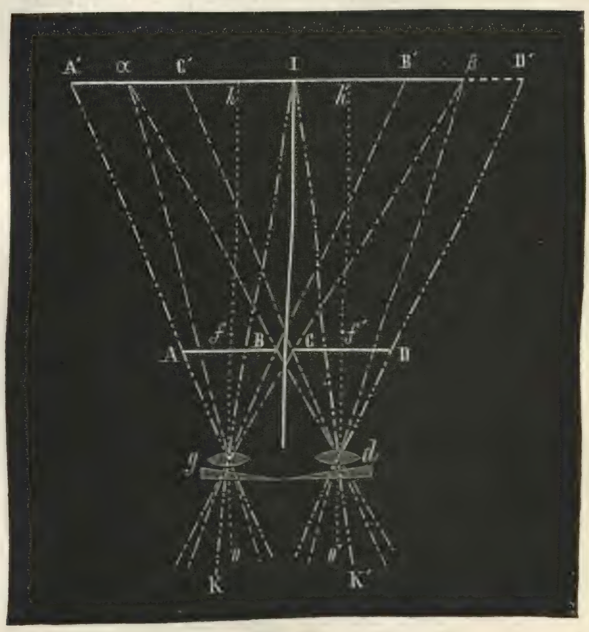


Fig. 37.

au maximum mesurer 4 centimètres, car dans ces conditions ils se touchent; plus larges, ils mordraient donc l'un sur l'autre. D'autre part, plus on les éloigne (jusqu'à 24 centimètres, hauteur du triangle

considéré), plus ils doivent diminuer de largeur, jusqu'à se réduire en I en un point unique.

Un stéréoscope, se fondant sur la vue à l'œil nu, n'est donc qu'un instrument bien imparfait. On en change considérablement les conditions en interposant aux objets et aux yeux des lentilles biconvexes. Au moyen des propriétés de ces lentilles, on peut se procurer des images virtuelles droites très-amplifiées des photographies placées un peu en deçà de leur foyer principal, et dont la distance des centres soit la même que la distance de nos pupilles. De plus, en donnant à ces lentilles un foyer égal à celui de l'objectif de l'appareil de Daguerre qui a servi à la production des images, on voit celles-ci presque exactement comme si l'œil était placé au foyer même de l'appareil daguerrien, c'est-à-dire comme à l'œil nu.

Mais il est, pour que le résultat soit pleinement acquis, une précaution importante à adopter. Si l'on se reporte au calcul du triangle isocèle plus haut considéré, on reconnaît que les axes optiques passant par le centre des images virtuelles et réelles sont ici parallèles, et que les impressions seront par conséquent dépourvues d'harmonie ; il faudrait donc encore ici la même volonté d'accommodation et la même éducation des yeux pour amener une fusion

qui ne se produit pas d'elle-même, vu le parallélisme des axes optiques polaires.

Or un artifice très-simple peut donner aux faisceaux lumineux centraux des deux images la direction convergente *g*I, *d*I des côtés du triangle isocèle que nous avons défini. C'est l'interposition aux yeux et aux lentilles oculaires de deux petits prismes triangulaires mis en rapport par leur arête tranchante, et dont la face supérieure serait parallèle au plan du tableau.

On sait, en physique, que les objets vus à travers un prisme, dans une situation analogue à celle que nous venons de décrire, paraissent déviés vers son sommet. Or, si l'angle de déviation (calculé d'après l'indice de réfraction du verre et l'angle du prisme) est celui même nécessaire pour donner aux axes optiques centraux des images l'angle *g*I*d* du triangle isocèle en question, les deux images virtuelles seront, par cet artifice, portées l'une vers l'autre de la quantité angulaire nécessaire pour amener une fusion sans aucun travail de la part de l'œil.

On peut se rendre aisément compte de la marche des faisceaux lumineux en jetant les yeux sur la figure précédente.

Les tableaux AB, CD seraient vus difficilement et avec peine suivant les angles A*g*B, C*d*D : les lentilles

biconvexes, dont les foyers seraient en f, f', transportent ces tableaux en A'B', C'D'. On voit que ces images doivent être confuses, puisqu'elles mordent l'une sur l'autre ; le centre de la première étant en h, le centre de la seconde en h'.

Mais les prismes placés devant g et d, déviant les axes optiques principaux des images, suivant des directions (Igk, Idk') des axes harmoniques des yeux, l'image A'B' devient $\alpha\beta$ ainsi que C'D' qui marche en sens contraire. Ces deux images viennent donc sous-tendre des arcs harmoniques égaux comme s'il n'y avait qu'un seul objet, dont le point central serait en I. Ce mouvement des images qui correspond à celui des axes optiques polaires dans la vue réelle étant accompli, il se passe alors dans chaque œil les modifications internes décrites au § XVII, et qui ont pour effet la fusion des points analogues des images droite et gauche, qui ne tomberaient pas naturellement sur des points homologues.

Cet artifice (l'emploi des prismes) permet même d'augmenter un peu le diamètre des images, lequel peut ainsi dépasser légèrement la distance qui sépare les pupilles.

Les constructeurs combinent habituellement les lentilles et les prismes en plaçant pour objectifs des demi-lentilles biconvexes prismatiques. Mais l'effet

est le même et la théorie la même aussi; il n'est pas besoin d'insister là-dessus.

Ainsi donc il est bien démontré que les deux yeux trouvent dans les détails du stéréoscope et des images photographiques qui y sont introduites, les *éléments mêmes* qui viennent frapper chaque œil dans la vision binoculaire.

L'attention ayant amené, au moyen des muscles extérieurs des yeux, la convergence des axes optiques polaires sur le point le plus saillant d'un objet, dans *la vue réelle, ou bien les deux images photographiées ayant été amenées à superposition par les prismes* du stéréoscope, la fusion des éléments analogues offerts à chaque œil a lieu alors, dans l'un et l'autre cas, par un véritable travail d'accommodation intérieure, dû au tenseur de la choroïde amenant dans la rétine les plissements et les ondulations nécessaires étudiés plus haut, sans parler de la part d'accommodation qui peut revenir accessoirement aux appareils antérieurs que nous avons démontré n'être pas nécessaires, mais seulement avantageux dans la production du phénomène. (Voy. § XXI.)

XXVI. — Il est une des particularités des expériences de Wheatstone sur laquelle il convient de nous arrêter un moment.

Lorsqu'on vient à renverser le sens des conditions

géométriques de la production du relief, en attribuant à l'œil gauche les parallaxes prises pour l'œil droit et réciproquement, ce qui s'obtient en renversant les figures stéréoscopiques préalablement séparées, on observe alors le curieux phénomène des images converses de M. Wheatstone.

Or ce renversement, qui n'offre rien de surprenant quand il a pour objet des figures géométriques, devient très-singulier dans ses effets quand il s'applique à la représentation des corps de la nature ou des produits de l'art ; ce qui existe en bosse est représenté en creux, et inversement. Au lieu d'un buste, on voit son moule ; enfin on reproduit le bizarre spectacle des images converses de M. Wheatstone, dont on peut consulter à cet égard l'intéressant mémoire (*Trans. philos.*, 1838-1852.)

Ajoutons que ces effets d'images converses sont très-inégaux dans leurs manifestations. La tendance naturelle des yeux, qui a pour effet de réunir harmoniquement les images de points qui offrent à notre esprit le caractère d'analogie ou de similitude, ou qui sont censés partir d'un même point de l'espace, se voit quelquefois singulièrement troublée par l'éloignemen t apparent du point que l'esprit, au contraire, rapprocherait. Cette discordance donne lieuaux effets les plus bizarres, mais dans lesquels

on peut toujours aisément reconnaître la réalité des faits que nous avons énoncés, et dont l'explication résulte des développements qui précèdent.

XXVII. — La théorie que nous venons de présenter justifie également cette remarque, due au savant membre de la Société royale, « que la vivacité du relief diminue à mesure que l'objet s'éloigne; à une grande distance nous voyons avec deux yeux comme avec un seul œil. » En effet, l'effort d'accommodation bilatérale interne des deux yeux devient sensiblement nul, les deux yeux embrassant les objets sous deux cônes devenus presque identiques.

Par des considérations du même ordre et tirées du même principe, on est amené à conjecturer que si deux images stéréoscopiques pouvaient être encore confondues en une seule, par un grand effort d'attention, quoique prises sous un angle plus grand que celui qui différencie les deux points de vue naturels droit et gauche, on devrait observer une augmentation notable de la sensation de profondeur du relief, et, inversement, la disparition de cette sensation ou du moins la diminution de sa vivacité, quand les deux images seraient quasi identiques.

Ainsi se trouverait justifiée une expérience curieuse de l'ingénieux physicien anglais.

Il place dans son stéréoscope par réflexion deux images photographiques prises sous un angle supérieur à 18° (angle habituel des axes optiques dans la vision distincte), et les regarde au point où la fusion s'opère. Les traits du buste ainsi représenté lui semblent alors exagérés en profondeur.

Y place-t-il, au contraire, des images prises sous des angles très-peu différents, par exemple, la distance antéro-postérieure de deux points situés dans des plans différents semble raccourcie, et l'effet produit est celui d'un bas-relief; on le comprend aisément, vu l'absence ou la quasi-nullité de l'auréole du contour.

RÉSUMÉ.

I. — Partant du principe de l'harmonie exclusive qui existe entre les points géométriquement homologues de l'une et de l'autre rétine, la vision simple avec le concours des deux yeux reposera :

1° Sur la convergence des axes optiques polaires des deux yeux en un point saillant, comme position ou comme éclat, d'un objet donné (convergence produite par l'action des muscles extérieurs de l'œil);

2° Sur une accommodation harmonique, opérée à l'intérieur des yeux préalablement amenés à l'état

de convergence qui vient d'être dit : cette accommodation a pour effet direct, 1° d'amener des points analogues des deux rétines à la rencontre des faisceaux lumineux émanés d'un même point de l'objet considéré, mais sous-tendant naturellement des angles différents, dans chaque œil ; 2° pour conséquence indirecte, la sensation d'un éloignement ou d'un rapprochement relatifs du point d'où émanent ces faisceaux.

Cette sensation est celle du relief;

3° Pour agents : *le muscle ciliaire périphérique désigné par Brucke et Bowmann sous le nom de* tenseur de la choroïde.

II. — L'appareil cristallinien antérieur de l'œil, placé sous la dépendance de la portion antérieure du muscle ciliaire, ne joue dans ce phénomène qu'un rôle secondaire et accessoire : on peut l'annuler et reproduire les mêmes effets, plus péniblement, il est vrai.

III. — La vision stéréoscopique ne diffère de la vision réelle que par quelques détails.

1° L'objet est remplacé par deux images différentes entre elles et identiques chacune à celle que chaque œil recevrait de l'objet qui les a fournies, d'un point de vue déterminé.

2° La convergence physiologique des axes optiques

polaires y est remplacée par une convergence artificiellement produite dans les faisceaux lumineux par des prismes opposés par le sommet, et dont l'angle est calculé pour amener entre les faisceaux médians analogues des deux images qui seraient naturellement parallèles, l'angle convergent de la vision distincte binoculaire ordinaire.

Le phénomène physiologique est ensuite le même que dans la vision binoculaire réelle.

§ 80. — De la manière de prendre une vue stéréoscopique.

D'après ce que nous avons vu précédemment, les épreuves destinées à être regardées au stéréoscope doivent être doubles et concorder mathématiquement dans leurs parties centrales. Enfin, la vue de l'épreuve de gauche aura été prise dans une direction oblique gauche, et l'épreuve de droite dans une direction oblique droite.

Supposons qu'il s'agisse de faire une épreuve stéréoscopique du buste représenté figure 38. Si ce buste est de grandeur naturelle, on se placera à une distance de portrait pour 1/4 de plaque, c'est-à-dire à 2 mètres, et on fixera les deux chambres noires, sur la planchette servant de support, à une distance



Fig. 38.

de 12 à 15 centimètres environ. Sur chaque glace dépolie on aura soin de marquer le point central en faisant croiser en ce point deux diagonales tracées au crayon. Ceci posé, on mettra au point sur la glace de la chambre noire placée à gauche en remarquant exactement quelle est la partie de la figure qui vient faire son image sur le centre de la glace. De même, se portant vers la chambre noire placée à droite, on mettra au point en amenant sur le centre de la seconde glace la même partie de la figure occupant le centre de la première glace : ce sera par exemple l'extrémité de l'arête du nez. Les vis des chambres noires étant parfaitement fixées, on remplacera les glaces dépolies par des châssis contenant des glaces sensibilisées et on achèvera les opérations à la manière ordinaire.

Plus on voudra donner de relief, plus il faudra écarter l'une de l'autre les deux chambres noires, *et vice versa*, mais quel que soit l'écartement, il est toujours nécessaire de faire coïncider le même point de l'objet à représenter avec les centres des deux glaces dépolies.

Les distances précédentes sont excellentes pour les portraits stéréoscopiques. Pour les vues de monuments ou de paysages elles sont très-variables et dépendent beaucoup du sujet à représenter. J'avais

essayé par une construction de triangles semblables de déterminer géométriquement ces distances d'après l'écartement moyen des yeux et la distance moyenne de la vue distincte; mais il n'y a ici malheureusement aucune relation.

L'écartement des chambres noires dépend d'ailleurs beaucoup du genre de vue qu'on veut représenter, mais on peut poser comme règle générale de ne mettre au point que sur les plans occupant à peu près le milieu de la vue. Si l'on réglait la mise au point sur les premiers plans, les épreuves les reproduiraient avec un relief exagéré et les autres plans ne formeraient nullement perspective. Quant aux horizons, il n'y a pas à songer à les représenter en relief; car il faudrait donner aux chambres noires un écartement de plus de 20 mètres, ce qui empêcherait nécessairement de faire coïncider les images des plans antérieurs. C'est au photographe à chercher lui-même, par quelques épreuves d'essais, à quel écartement il devra fixer les deux chambres noires pour une vue donnée.

Pour une vue de monument placé à environ 150 mètres, il faut donner aux chambres noires un écartement de 30 à 35 centimètres.

Pour un paysage dont les premiers plans seraient à 200 ou 300 mètres, il faudra, en visant sur les plans

moyens, donner un écartement de 70 à 75 centimètres.

Ces nombres n'ont rien d'absolu et ne doivent être regardés que comme une approximation. On devra les modifier suivant les circonstances et prendre les distances de manière à ce que les yeux n'aient besoin d'exercer aucun effort ni de subir la moindre fatigue en regardant les épreuves. Pour que les plans différents d'une vue stéréoscopique se déroulent sans exagération de relief et suivant les règles de la perspective, il vaut mieux donner aux chambres noires un écartement plutôt trop petit que trop grand. Il faut faire exception cependant pour les vues panoramiques d'une grande étendue prises à une grande distance. Ici, il faut exagérer la sensation de relief. Si on voulait, par exemple, obtenir une épreuve stéréoscopique de Paris ou du haut de l'une des tours de l'église Notre-Dame, il faudrait écarter l'une de l'autre les deux chambres noires de toute la largeur de la plateforme de la tour, c'est-à-dire de plusieurs mètres.

§ 81. — De la manière de déterminer si un objectif a un foyer chimique.

On dispose en escalier trois boîtes à plaques

(*fig.* 39). Sur la face antérieure de chacune on marque un point noir, de telle sorte que la distance

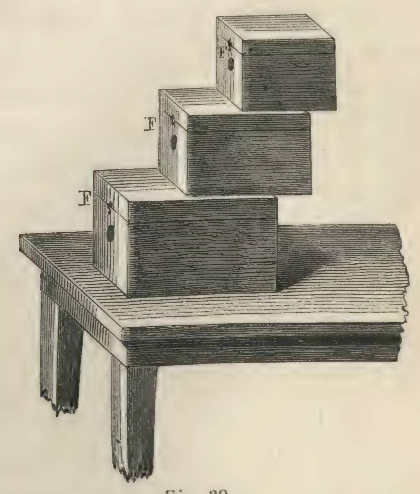


Fig. 39.

du premier point au second, mesurée au compas, égale la distance du second au troisième. Ceci posé, on colle sur chaque point une étiquette portant nettement imprimé le mot *Focimètre* ou toute autre inscription, puis avec l'objectif à essayer on prend l'image des trois boîtes en ayant soin de mettre très-exactement au point sur la boîte du milieu. Si, sur le négatif ou positif obtenu, la boîte centrale porte le mot *Focimètre* bien correctement tracé, tandis que

les lettres du même mot apparaissent confuses sur les deux autres étiquettes, c'est que l'objectif n'a pas de foyer chimique, puisque les points les plus nets de l'image sont précisément ceux sur lesquels on a mis au foyer. Si au contraire l'image de l'étiquette centrale vient confuse, c'est que l'objectif a un foyer chimique ; mais il peut se présenter deux cas : ou c'est l'étiquette de la boîte antérieure dont l'image se dessine nettement, et le foyer chimique étant alors *en avant*, il faut pour avoir des images exactes *rapprocher* la glace dépolie ; ou c'est la boîte supérieure dont l'étiquette vient exactement au point ; le foyer chimique est *en arrière*, et il faut corriger ce défaut en *reculant* la glace dépolie lorsqu'on met au point. Il s'agit maintenant de savoir de quelle quantité il faut rapprocher ou reculer la glace dépolie, ou bien, ce qui revient au même, de quelle quantité il faut enfoncer ou avancer la tête de l'objectif. En général, quand un objectif a un foyer chimique et qu'on fait l'expérience des boîtes superposées, aucune des étiquettes ne vient exactement au point, et ce n'est qu'en diminuant ou augmentant par tâtonnement les distances respectives de ces étiquettes qu'on arrive à voir quelle est celle qui se dessine avec netteté sur l'épreuve, et c'est le plus souvent l'étiquette antérieure. Malheureuse-

ment la correction une fois déterminée pour certaines conditions de lumière, de couleurs et de distances données n'est plus applicable lorsque ces conditions viennent à changer. Le mieux est donc de n'accepter un objectif que quand on a vérifié par soi-même qu'il n'a pas de foyer chimique.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

MANIPULATIONS

COLLODION HUMIDE

Epreuves négatives sur verre.

Epreuves positives sur verre.

Épreuves positives sur papier.

COLLODION SEC.

ALBUMINE.

DEUXIÈME PARTIE

PRODUITS CHIMIQUES

TROISIÈME PARTIE

THÉORIE

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

Page 24. Dernière ligne. — Lisez : *verre jaune.*
— 27. Note (1), 3e ligne. — Lisez : *Eau de fontaine.*
— 51. Ligne 13. — Au lieu de : *le bois*, lisez : *le bain.*
— 77. Ligne 21. — Lisez : *Acide acétique cristallisable.*
— 85. Ligne 6. — Lisez : *litre.*
— 104. Ligne 4. — Au lieu de : *d'autant plus forte*, lisez : *d'autant moins forte.*
— 109. Ligne 4. — Lisez : *densité de vapeur.*
— 140. Ligne 14. — Lisez : *pyroxam.*
— 242. Ligne 10. — Au lieu de *Bérard*, lisez : *Béraud.*

Corbeil. — Typ. et stér. de Crété.

PHARMACIE ROBIQUET

78, RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN

PARIS

Bain de nitrate d'argent pour Collodion humide ou pour albumine.

Le litre..................................	20 fr.	»
Le demi-litre..............................	10	»

Bain de nitrate d'argent pour collodion sec.

Le litre..................................	21	»
Le demi-litre..............................	10	50

Collodion simple.

Le flacon d'un demi-litre..................	6	»
Le demi-flacon d'un quart de litre..........	3	»

Collodion photographique sensibilisé, positif ou négatif.

Le flacon d'un demi-litre..................	7	»
Le demi-flacon d'un quart de litre..........	3	50

Collodion sec sensibilisé.

Le flacon d'un demi-litre..................	7 fr.	50
Le demi-flacon d'un quart de litre..........	3	75

Coton-poudre.

Le kilogramme..............................	35	»
Les 100 grammes...........................	4	»

Lin fulminant.

Le kilogramme..............................	40	»
Les 100 grammes...........................	4	50

Vernis à l'ambre pour positifs et négatifs.

Le flacon de 250 grammes.................	5	»
Le demi-flacon de 125 grammes............	2	50

Vernis à la benzine.

Le flacon de 250 grammes.................	2	»
Le demi-flacon de 125 grammes............	1	»

MAISON SÉNEZ

145, RUE SAINT-HONORÉ, 145

PARIS

PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES

APPLIQUÉS A LA PHOTOGRAPHIE

PRIX COURANT AU KILOGRAMME :

Acide acétique cristallisable........	le kilo.	13 fr.	»
— gallique, le gramme, 10 c......	—	45	»
— nitrique du commerce à 36°...	—	»	80
— nitrique du commerce à 40°...	—	1	»
— pyrogallique, le gramme, 20 c..	—	160	»
Albumine d'œufs desséchée..........	—	15	»
Albumine iodurée photographique,	le flacon.	2	50
Alcool du Nord rectifié à 36°.......	le litre.	3	25
— —	le kilo.	3	90
— rectifié à 40°......	le litre.	4	»
— —	le kilo.	4	80

Ammoniaque du commerce à 22°...	le kilo.	1 fr.	»
Ammoniaque pure..................	—	3	»
Bain d'argent à 10 p. 100, pour albumine ou collodion........................	le litre.	20	»
Benzine n° 1.....................	le litre.	4	»
—	le kilo.	4	80
Bitume de Judée...................	—	4	»
Bromure de cadmium, le gr., 10 c.; les 100 gr.		7	50
Chlorhydrate d'ammoniaque pulvérisé, le kil.		6	»
Chloroforme pur	—	16	»
Chlorure d'or cristallisé........	le gramme.	2	50
Craie précipitée pour nettoyer les glaces, le kilogramme..........................		5	»
Éther sulfurique rectifié à 62°......	le kilo.	7	50
Éther sulfurique anhydre..........	—	9	»
Hyposulfite de soude cristallisé......	—	1	80
Iode sublimé, le gr., 10 c...........	—	55	»
Iodure d'ammonium, le gr., 10 c.; les 100 gr.		7	»
Iodure de cadmium, le gr., 10 c...	—	8	»
Liqueur d'or pour virer les épreuves positives,	le litre.	3	»
Nitrate d'argent cristallisé..........	le kilo.	170	»
Nitrate d'argent demi-fondu........	—	175	»
Sublimé corrosif	—	9	»

Succin ou ambre jaune pulvérisé... le kilo.	6 fr.	»
Sulfate de fer pur..................	—	1	50
Tannin, le gramme, 10 c...........	—	35	»

BOITES, GLACES, CUVETTES, PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES, PAPIERS CHLORURÉS, PAPIERS SENSIBILISÉS.

MESURES GRADUÉES, VERRES A EXPÉRIENCES, ENTONNOIRS ET AUTRES OBJETS DE VERRERIE, AU PRIX DE FABRIQUE.

PRIX COURANT

DES APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES

CONSTRUITS

PAR DUBOSCQ,

ÉLÈVE ET SUCCESSEUR DE SOLEIL

21, RUE DE L'ODÉON (AU FOND DE LA COUR).

Appareil photographique, grandeur normale, pour opérer sur plaque, verre ou papier.....	700 fr.
(Les lentilles sont combinées de manière à pouvoir servir pour le portrait ou pour le paysage.)	
Appareil, grandeur normale, pour opérer uniquement sur plaqué d'argent...............	600
Appareil, grandeur normale, pour opérer sur verre et sur papier........................	600
Appareil, grandeur normale, disposé pour paysage seulement..........................	560
Appareil demi-plaque complet..............	350
— demi-plaque pour opérer sur plaqué d'argent.........................	325
— demi-plaque pour paysage..........	280

Appareil quart de plaque complet	180 fr.
— quart de plaque pour opérer sur papier et sur verre........................	150
— quart de plaque pour paysage........	130
— complet pour les épreuves stéréoscopiques sur verre et sur papier........	200
Châssis supplémentaire pour opérer avec deux plaques stéréoscopiques....................	8
Objectif pour plaque normale (81 millimètres de diamètre)............................	180
Objectif pour demi-plaque..................	80
Objectif pour quart de plaque................	50
Objectif double pour stéréoscope (paysage et portrait)...............................	100

NOTICE

DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

SUR LA

PHOTOGRAPHIE.

ALOPHE. Le passé, le présent et l'avenir de la **Photographie**. Manuel pratique de photographie. 1861. Br. in-8. 1 »

BARRESWILL et DAVANNE. Chimie photographique. 3e édition. 1861. 1 vol. in-8 (*sous presse*).

BELLOC, professeur de photographie. **Code de l'opérateur photographe**. 1860. 1 vol. in-18. 1 »

L'auteur a su dans cette brochure donner un manuel opératoire complet du procédé sur collodion. L'habile professeur a tout traité avec cette netteté, cette précision et cette lucidité qui le distinguent.

BLANQUART-EVRARD. Traité de **Photographie sur papier**; avec une introduction par M. *Georges Ville*. 1851. 1 vol. in-8. 4 50

BREBISSON (De). Traité complet de **Photographie sur collodion**. Répertoire de la plupart des procédés connus. 1855. In-8. 5 »

BREWSTER (Sir David). Mémoire sur les modifications et perfectionnements apportés au **Stéréoscope**; trad. de l'anglais. 1848. Br. in-4. 2 »

CHEVALIER (Charles). **Méthodes photographiques perfectionnées**, papier sec, albumine, collodion sec et humide, par MM. *A. Civiale, de Brébisson, Baillieu d'Avrincourt, de Nostitz, H. Bacot, etc*. Optique photographique et stéréoscope, par *Ch. Chevalier*, 1859. 1 vol. in-8, fig. 4 »

CLAUDET, membre de la Société royale de Londres. **Du Stéréoscope** et de ses applications à la photographie. — Divers perfectionnements apportés au daguerréotype, par M. *Colas*. 1853. Br. in-8. 2 50

COUPPIER (Jules), chimiste. Traité pratique de **Photographie sur verre**. 1852. Br. in-8. 3 »

DAVID (Hilaire), peintre photographiste. **Méthode de peinture** appliquée uniquement à la photographie de portraits. 2e édit. 1856. Br. in-8. 2 »

DE LA SOR et TEXIER. Traité complet et pratique de **Photographie.** 2e édit 1 vol. gr. in-18. 3 »

DELESTRE. Annuaire de la Photographie. Résumé des procédés les meilleurs pour la plaque metallique, le papier sec et humide, la glace albuminée et collodionnée, la gravure héliographique, etc. 1860. 1 vol. in-8. 4 »

DURIEU. Rapport sur l'Exposition ouverte dans les salons de la Société française de Photographie en 1855. In-8. 1 »

FAU (Le docteur J.). Douze leçons de Photographie sur verre et sur papier. 1854. In-18. 3 »

FIGUIER. La photographie au salon de 1859. Br. grand in-18. 1 »

GROS (Le baron J.-B.-L.) Quelques notes sur la Photographie sur plaques métalliques. 2e édi.. 1850. In-8, avec planches. 3 »

LACAN (Ernest). Esquisses photographiques, à propos de l'Exposition universelle et de la guerre d'Orient. Historique de la photographie. Développements. Applications. Biographies et portraits 1856. 1 vol. in-12. 3 »

LATREILLE. Répertoire général de Photographie, ou Formulaire complet de cet art d'après les meilleurs auteurs, contenant les nouveaux procédés de M. Niepce de Saint-Victor pour le tirage des épreuves positives. 1858. 1 vol. in-18 (Manuel Roret). 3 50

LEGROS. Encyclopédie de la Photographie sur papier, collodion, verre négatif et positif et sur toile. Daguerréotype sur plaques d'argent, stéréoscope, ivoire naturel ou factice, etc. Traité complet du coloris particulier à ces différents procédés à l'aquarelle, à l'huile, etc. 1856. 1 vol. in-8. 5 »

LA BLANCHERE (De). L'art du photographe, comprenant les procédés complets sur papier et sur glace, négatifs et positifs. 2e édit. 1860. 1 vol. in-8, fig. 5 »

LIESEGANG (P. E.). und Dr. SCHNAUSS. Photographisches Archiv. Monatliche Berichte über den Fortschritt der Photographie. Zweiter-Jahrgang, 1861. — Prix de l'abonnement annuel : 10 »

LIESEGANG (P. E.). Handbuch der Photographie auf collodion. 3e edit. 1861. 5 »

MARION. Pratique de la photographie sur papier, simplifiée par l'emploi de l'appareil conservateur des papiers sensibilisés et des préservateurs Marion. A l'usage de tout le monde. 1860. Br. in-8, fig. 2 »

MONCKHOVEN (D. Van). Répertoire général de photographie pratique et théorique, contenant les procédés sur plaque, sur papier, sur collodion sec et humide, sur albumine, etc. 1859. 1 vol. in-8 avec atlas de 10 planches. 10 »

Traité le plus complet sur la Photographie.

— Méthode simplifiée de **Photographie sur papier.** 1857. In-8, avec pl. 3 »

— Nouveau procédé de **Photographie sur plaques de fer,** et notice sur les vernis photographiques et le collodion sec. 1858. In-8. 5 »

MULOT. La photographie pour tous apprise sans maître. 2e édit. 1861. Br. in-8. 1 »

NIEPCE DE SAINT-VICTOR. Recherches photographiques. Photographie sur verre. Héliochromie. Gravure héliographique. Notes et procédés divers, suivis de considérations par M. *Chevreul*, membre de l'Institut, avec des notes par M. *E. Lacan*. 1855. 1 vol in-8. 5 »

— Traité pratique de **Gravure héliographique** sur acier et sur verre ; avec un portrait de l'auteur gravé d'après ses procédés. 1856. In-8. 5 »

PHOTOGRAPHISCHER Almanach für das Jahr 1861. Avec titre photographié. 5 »

PINOT. Photographie sur ivoire, ou l'Art de faire des miniatures rendu aussi facile que le coloris sur plaque, précédé d'un Traité de photographie. 1857. In-8. 6 »

PORRO. Sur le perfectionnement pratique des appareils optiques pour l'astronomie et la photographie. 1858. Br. in-8. 3 »

ROBIQUET. Manuel théorique et pratique de la photographie sur collodion et sur albumine. 1859. 1 vol. gr. in-18, fig. 4 50

ROMAN. Lettre concernant un nouveau procédé sur collodion sec aussi rapide que le collodion humide. 1861. Br. in-8. 1 50

SECRÉTAN, ingénieur opticien. **De la distance focale des systèmes optiques convergents.** Applications aux problèmes de la photographie. 1855. In-8, avec planches. 3 »

SELLA. *Guide théorique et pratique de* **Photographie**, ou Art de dessiner sur verre, papier, métal, etc., au moyen de la lumière; traduit de l'italien et annoté par M. *Valicourt*, augmenté d'un nouveau procédé de tirage des épreuves positives. 1857. 1 vol. in-18 (Manuel Roret). 3 50

STEPHANE GEOFFRAY. Emploi des papiers de commerce en photographie. Traité pratique. 1855. In-8. 3 »

TESTELIN. Essai de théorie sur la formation des images **photographiques**, rapportée à une cause électrique. Les figures roriques, les figures magnétiques, la thermographie, etc. 1860. In-8. 3 50

— Nouveaux procédés pour l'amplification des photographies et pour les portraits de grande dimension. 1861. In-8. 2 »

THIEBAULT. Photographie. Traité pratique simplifié. Daguerréotype, photographie sur collodion humide et sec, procédé de collodion albuminé perfectionné, nouveaux modes de tirage des épreuves indestructibles, etc. 2e édit. 1858. 1 vol. in-12 3 »

VALICOURT (**E. de**). **Nouveau Manuel simplifié du Photographie** sur verre, albumine et collodion; suivi d'un traité sommaire de photographie sur papier, et d'un grand nombre de notes, de formules et de documents nouveaux. 1861. 1 vol. in-18 (Manuel Roret). 1 50

MONITEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.

Le Moniteur de la Photographie, parait le 1er et le 15 de chaque mois par livraison de 8 pages au moins in-4° à deux colonnes, accompagnée d'une ou de plusieurs feuilles contenant des annonces et des renseignements relatifs à la photographie. Le premier numéro a paru le 15 mars 1861.

Prix de la souscription pour un an : Paris, 16 fr. — Départements, 18 fr. — Etranger, 20 fr.

Paris. — Imprimerie de E. Donnaud, rue Cassette, 9.

OUVRAGES QUI SE TROUVENT CHEZ LABÉ, ÉDITEUR.

BAUTIER. — TABLEAU ANALYTIQUE DE LA FLORE PARISIENNE, d'après la méthode adoptée dans la Flore française de MM. de LAMARCK et de CANDOLLE, contenant tous les végétaux vasculaires de nos environs, et la description des familles et des genres, disposés d'après la nouvelle classification de M. de Candolle ; suivi d'un vocabulaire renfermant la définition des mots techniques employés dans cet ouvrage. 8e édition, revue et augmentée d'un *Guide du Botaniste* pour les herborisations aux environs de Paris. 1857. In-18 broché, 4 fr., cartonné. 4 fr. 50 c.

BÉCLARD (Jules), professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, etc. — TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIOLOGIE HUMAINE, comprenant les principales notions de la physiologie comparée. 3e édition, revue, corrigée et considérablement augmentée. 1 très-fort vol. in-8 de plus de 1,000 pages, avec 213 figures intercalées dans le texte 1859. Prix.................. 12 fr.

BECQUEREL, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital de la Pitié, chevalier de la Légion d'honneur. — TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'HYGIÈNE PRIVÉE ET PUBLIQUE. 2e édition, revue, corrigée et considérablement augmentée. 1 fort vol. grand in-18. 1854. Prix................ 6 fr.

ORFILA. — ÉLÉMENTS DE CHIMIE. Huitième édition, revue, corrigée et considérablement augmentée. 2 forts vol. in-8, avec planches. 1851. Prix.................................. 17 fr.

RICHARD (Achille), professeur de botanique et d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Paris, membre de l'Institut (Académie des sciences), membre de l'Académie impériale de médecine, etc. — ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE, contenant des notions générales sur l'histoire naturelle, la description, l'histoire et les propriétés de tous les aliments, médicaments ou poisons tirés des végétaux et des animaux. Quatrième édition, revue, corrigée et considérablement augmentée, ornée de MILLE GRAVURES intercalées dans le texte. 3 vol. in-8, dont le premier contient la *Zoologie*, les 2e et 3e la *Botanique médicale*. 1849. Prix .... 20 fr.

NOTA. — On vend séparément le tome 1er contenant la Zoologie. 7 fr.
Les tomes 2 et 3 contenant la Botanique médicale. 17 fr.

WILL, professeur de chimie expérimentale à l'Université de Giessen. — GUIDE POUR L'ANALYSE CHIMIQUE (qualitative et quantitative), et tableaux d'analyse qualitative ; à l'usage des médecins, des pharmaciens et des étudiants en chimie et de minéralogie, 2e édition française, revue et corrigée d'après la 4e édition allemande par Jean RISLER, pharmacien de 1re classe à Mulhouse. 1 vol. in-8, 1858. Prix................................... 6 fr.

CORBEIL. — Typogr. et stér. de CRÉTÉ.